

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

N°

THÈSE
pour le DOCTORAT en MÉDECINE
(Diplôme d'État)

PAR

Moïse BRUNOIS

Né à Saint-Hilaire-sur-Heipe (Nord), le 30 avril 1911

Notions élémentaires et pratiques
sur les
Toxiques de Guerre

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

AMEDEE LEGRAND, EDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

—
1939

ERRATA

La publication de cette thèse a été autorisée par la Section Sanitaire de la Défense Passive, sous réserve de la correction des erreurs suivantes :

Page 19, ligne 7, *lire* dichloré *au lieu de* déchloré.

— ligne 8, *lire* chlorovinyldichlorarsine *au lieu de* chlorovinyldéchlorarsine.

— ligne 16, *lire* diphénylamiochlorarsine *au lieu de* diphénylammiochlorarsine.

Page 63, le dernier paragraphe du 4^e alinéa doit se *lire* ainsi : « Il faut utiliser l'air enrichi en oxygène à 60 % », *au lieu de* : « Il faut utiliser l'oxygène pur du procédé Claude, comprimé à 150 ou 200 atmosphères dans des cylindres en acier, et détendu pour l'emploi sous 760 mm. de mercure. »

Page 68, 18^e ligne, *lire* accidents oculaires, *au lieu de* accidents ovulaires.

Page 70, 1^{re} ligne, *lire* « d'huile goménolée, ou le liniment oléo-calcaire », *au lieu de* : « d'huile goménolée, utiliser l'ambrine ou le liniment oléo-calcaire ».

Page 75, 8^e ligne, *lire* 7 % *au lieu de* 4 à 5 % (Cot).

— 14^e ligne, *ajouter* (carbogène O² 93 % + CO² à 7 %) (méthode de Cot).

Page 101, l'alinéa comprenant les 6, 7, 8, et 9^e lignes est supprimé.

Dans la Bibliographie, ajouter avant la Notice du 31 mars : « *Moniteur de la Défense Nationale et de la Guerre*, section sanitaire. Notice officielle du 31 mars 1938, etc. »

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

N°

THÈSE
pour le DOCTORAT en MÉDECINE
(Diplôme d'État)

PAR

Moïse BRUNOIS

Né à Saint-Hilaire-sur-Helppe (Nord), le 30 avril 1911

Notions élémentaires et pratiques
sur les
Toxiques de Guerre

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

AMEDEE LEGRAND, EDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

—
1939

I. — PROFESSEURS

Anatomie	MM.
Physiologie	ROUVIERE.
Physique médicale	Léon BINET.
Chimie médicale	STROHL.
Bactériologie	POLONOVSKI.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	Robert DEBRÉ.
Pathologie et thérapeutique générales	BRUMPT.
Pathologie médicale	BAUDOIN.
	PASTEUR-VALLERY
	RADOT.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LÉVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée	Henri BÉNARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
Clinique Médicale	ABRAMI.
	FIESSINGER.
	LOEPER.
	RATHERY.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	LAIGNEL-LAVASTINE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	VELTER.
	CHEVASSU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	LÉVY-SOLAL.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	MOCQUOT.
Clinique thérapeutique médicale	OMBRÉDANNE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	HARVIER.
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAITRE.
Clinique propédeutique	Pierre DUVAL.
Clinique de la tuberculose	Maurice VILLARET.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	TROISIÈRE.
Clinique de cardiologie	MATHIEU.
Clinique de neuro-chirurgie	LAUBRY.
Assistance médico-sociale	Clovis VINCENT.
	N...
	HAZARD
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIÉ.
	VERNE.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.	MM.
AMELINE Pathologie chirurgicale.	COSTE Pathologie médicale.
BARIÉTY Pathologie médicale.	COUVELAIRE
BERNARD (E.). Pathologie médicale.	(Roger) Urologie.
BEZANÇON (J.). Hydrologie.	DEJARUE ... Anatomie pathologique
BONNET Bactériologie.	DELAY Pathologie médicale.
BOULANGER . Chimie.	DEGREZ (H.). Physique.
BOULIN Pathologie médicale.	DESOILLE ... Médecine légale.
BROUET Pathologie médicale.	DIGONNET ... Obstétrique.
BULLIARD ... Histologie.	DOGNON Physique.
CACHERA Pathologie médicale.	FUNCK Pathologie chirurgicale
CORDIER Anatomie.	GALLIARD ... Parasitologie.



II. — AGREGES EN EXERCICE (Suite)

MM.		MM.	
GARCIN	Pathologie médicale.	MARCHAL ...	Pathologie chirurgicale.
M ^{lle} GAUTHIER-	Anatomie pathologique.	MENÉGAUX ..	Pathologie chirurgicale.
VILLARS		MOLLARET ..	Pathologie médicale.
GAYET	Physiologie.	MOUQUIN	Pathologie médicale.
DE GENNES ..	Pathologie médicale.	PATEL	Pathologie chirurgicale.
GIROUD	Histologie.	PETIT-DUTAIL-	
HAGUENAU ..	Pathologie médicale.	LIS	Pathologie chirurgicale.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.	RENARD	Ophtalmologie.
JOANNON	Hygiène.	RICHET	Physiologie.
LACOMME	Obstétrique.	SÉNÈQUE	Pathologie chirurgicale.
LANTUÉJOL..	Obstétrique.	SICARD	Pathologie chirurgicale.
LAVIER	Parasitologie.	SOULIE	Pathologie médicale.
LELONG	Pathologie médicale.	SUREAU	Obstétrique.
LEMAIRE	Pathologie expérimentale.	TURPIN	Pathologie médicale.
M ^{lle} J. LÉVY..	Pathologie médicale.	WILMOTH	Pathologie chirurgicale.
LENÈGRE	Pharmacologie.		

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.		MM.	
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.	LARDENNOIS.	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.	LE LORIER ..	Obstétrique.
CHAILLEY-		NEVEU-	
BERT	Physiologie.	LEMAIRE ..	Parasitologie.
GUÉNIOT	Obstétrique.	VAUDESCAL .	Obstétrique.
HEITZ-BOYER.	Pathologie chirurgicale.		

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale.	BASSET.	} Clinique chirurgicale.
BRULÉ.		BROCC.	
CATHALA		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
CHEVALLIER		DL GAUDART	
GASTINEL		D'ALLAINES.	
DONZELOT.		MOULONGUET.	
DUVOIR.		MOURE.	
HUGUENIN		QUÉNU.	
LAROCHE (G.).			
LIAN.			
MOREAU			
PIÉDELIEVRE.			
SÉZARY.			
MM.			
ECALLE.	} Clinique obstétricale.		
METZGER.			
VIGNE.			
PORTES.			

V. — CHARGES DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

En infime témoignage de mon affection et de ma reconnaissance et pour tous les sacrifices qu'ils n'ont cessé de s'imposer pour moi.

A TOUS LES MIENS

A TOUS MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine de Paris.
Inspecteur général des service d'Hygiène à la Préfecture de Police
Officier de la Légion d'Honneur.

C'est avec le plus grand intérêt que nous avons suivi ses conférences d'hygiène, si vivantes, à la Faculté de Médecine.

Il a bien voulu accepter la présidence de cette thèse. Nous le prions d'accepter nos respectueux remerciements.

A MES MAITRES DES HOPITAUX
ET DE LA FACULTÉ

INTRODUCTION

Ce travail, conçu et rédigé sur le front, a pour but essentiel de rassembler des notions élémentaires et pratiques sur les gaz de combat. Il n'apporte pas de connaissances nouvelles. Ce n'est donc pas un nouveau chapitre que nous ajoutons à la toxicologie de guerre.

De nombreuses publications ont déjà paru sur cette question dont l'intérêt n'est plus à démontrer, mais leur haute tenue scientifique ont pu les rendre fastidieuses à des esprits peu préparés à les recevoir.

Ce que nous avons voulu c'est une étude d'ensemble capable de réunir, à la fois, des notions simples, faciles à comprendre et à retenir.

Pour parer à l'éventualité d'une attaque brusquée, il est utile, en effet, de posséder un guide qui apporte les données essentielles du problème des toxiques de guerre en même temps que les moyens les plus sûrs et les plus simples d'en prévenir ou d'en combattre les effets.

Nous avons délibérément sacrifié au maximum les redites pour la clarté de l'ensemble. Nous nous sommes surtout attaché à l'étude des groupes de gaz qui justifient, tant au point de vue clinique que thérapeutique, une attention toute particulière. Nous avons enfin essayé de faire une œuvre utile et bonne.

HISTORIQUE

De tous temps le poison a occupé une place importante dans la vie des hommes. Les origines de l'arme chimique se perdent, dans la légende, à l'âge des poèmes homériques.

L'antiquité gréco-romaine usa exclusivement de poix et de soufre pour réduire les villes assiégées.

C'est encore un mélange de poix, de soufre, de salpêtre, d'oxysulfure d'antimoine, de suc de sycamore, de chaux vive, formule du feu Grégeois, découvert par Byzance, qui intervient dans toutes les batailles du Moyen-Age.

La Renaissance voit le génie multiple de Léonard de Vinci prévoir le rôle redoutable des gaz dans les guerres modernes. N'imagine-t-il pas, en effet, de fabriquer des bombes fumigènes et arsénicales pour venir à bout des ouvrages puissamment fortifiés et défiant l'artillerie.

En 1760, avec la découverte de la chimie synthétique, les gaz de combat s'acheminent obscurément vers un perfectionnement redoutable.

Pendant la guerre de Crimée, les Anglais refusent de bombarder Sébastopol avec des obus de cacodyle fumant.

En 1870, l'état-major allemand éconduit un pharmacien qui préconise l'emploi d'obus à la vératrine.

En 1915, menacé par la « grande catastrophe des munitions », suivant l'expression du quartier-maître général Ludendorff, il n'a plus les mêmes scrupules.

Violant délibérément les Actes de la Haye (1899), il déclare à ses adversaires une guerre nouvelle.

Le 22 avril 1915, les troupes françaises qui tenaient le front des Flandres entre Bixchoote et Langemark entendirent soudain des sifflements qui partaient de la tranchée ennemie, sifflements bientôt suivis d'un nuage épais, d'une immense vague de chlore qui déferlait vers elles en rasant le sol, sur un front de six kilomètres. Quelques minutes après, les lignes étaient envahies par la vague toxique, poursuivant implacablement sa course meurtrière, dépassait les secondes lignes pour étendre son action à plusieurs kilomètres en arrière : 15.000 hommes hors de combat, 5.000 morts, 6.000 prisonniers, 51 pièces d'artillerie et 70 mitrailleuses aux mains de l'ennemi, tel est le bilan tragique du « Jour noir d'Ypres ».

C'est ainsi que naquit la guerre chimique. Par la suite elle traversa deux phases :

Première phase : attaques par vagues toxiques de plus en plus fréquentes, massives et sévères sur le front de Champagne et de la Somme.

Mais, pour atteindre leur objectif, elles exigeaient un temps sec et froid, un vent faible (2 à 3 mètres à la seconde) et régulier, un terrain peu accidenté et situé en position déclive par rapport à l'agresseur, conditions pleinement réalisées sur le front de Champagne.

Deuxième phase : attaques par bombardements toxiques. Les bombardements toxiques furent inaugurés le 22 juin 1916, à Verdun, où les Allemands lancèrent 100.000 obus de surpalite.

Le 20 juillet 1917, les obus à croix jaune explosaient dans les tranchées britanniques; l'Ypérite faisait son entrée dans la guerre moderne (3.700 intoxications, 91 décès).

Ainsi au bromure de benzyle succédèrent les cétones bromées, l'oxychlorure de carbone, la palite, la surpalite, l'Ypérite, enfin le chlorure de diphenylarsine.

La guerre terminée, de nouvelles conventions internationales ont été établies — traité de Versailles de 1919, convention de Washington de 1922, protocole de Genève de 1925 — proscrivant la guerre chimique.

Respectueux des engagements internationaux auxquels la France a souscrit, le Gouvernement français s'efforcera, au début d'une guerre, et, d'accord avec les alliés, d'obtenir des gouvernements ennemis l'engagement de ne pas user des gaz de combat comme arme de guerre. Si cet engagement n'est pas obtenu, il se réservera d'agir suivant les circonstances.

CLASSIFICATION

Nous laisserons de côté les classifications nombreuses basées sur des notions purement physiologiques ou tactiques pour adopter la classification de Magne et Cordier, légèrement modifiée.

1°) *Toxiques de la fonction ou toxiques à action réversible, encore appelés toxiques humanitaires.*

Les troubles fonctionnels qu'ils provoquent aux concentrations de combat ne s'accompagnent d'aucune lésion tissulaire.

On distinguera :

a) Les toxiques agissant au point d'impact et entraînant des phénomènes d'irritation locale (*toxiques irritants*) :

— irritants oculaires ou lacrymogènes : bromure de benzyle ou de xylyle;

— irritants respiratoires ou sternutatoires : chlorure et cyanure de diphénylarsine;

— irritants nauséux.

b) Les toxiques agissant à la manière des anesthésiques, par inhibition, à la fois sur le système nerveux, l'appareil respiratoire et le sang, pour créer une véritable intoxication générale (*toxiques généraux*) :

- oxyde de carbone;
- acide cyanhydrique et dérivés cyanés;
- plomb tétraéthyle.

2°) *Toxiques de la structure ou toxiques à action irréversible.*

Leur danger est grand en raison surtout des lésions tissulaires qu'ils entraînent.

Dans ce cas, la guérison n'intervient que par un processus de cicatrisation; elle n'est jamais complète et comporte des séquelles redoutables et définitives :

- caustiques vésicants,
- caustiques suffoquants.

Nous rappellerons pour mémoire la *nomenclature allemande* :

A) *Classification physiologique :*

- lacrymogènes,
- sternutatoires,
- irritants pulmonaires (suffocants),
- vésicants,
- poisons du système nerveux (toxiques généraux).

B) Classification militaire :

- Offensivgase ou gaz d'attaque (corps fugaces),
- Défensivgase ou gaz de défense (corps persistants).

C) Classification mixte :

a) gaz croix jaune (défensive) :

- sulfure d'éthyle déchloré ou Ypérite (Lost),
- chlorovinyl-déchlorarsine (Lewisite B);

b) gaz croix verte (offensive) :

- phosgène,
- chloroformiate de méthyle perchloré (Perstroff),
- chloropicrine (Klop);

c) gaz croix bleu (offensive) :

- chlorure de diphénylarsine (Clark I),
- cyanure de diphénylarsine (Clark II),
- diaphénylammiochlorarsine (Adamsit),
- dichlorine éthylarsine (Dick);

d) gaz croix blanche (offensive, irritants des yeux) :

- bromure de xylyle,
- bromacétone,
- chloracétophénone,
- cyanure de bromobenzyle.

DEFINITION

Les toxiques de guerre sont des substances chimiques solides (arsines), liquides (Ypérite) ou gazeuses (chlore). L'agressivité immédiate ou retardée, ayant des caractères physicochimiques ou physiologiques propres, qui, répandues dans l'atmosphère, sur le sol ou sur les objets environnants, déterminent, chez les sujets non protégés, des accidents parfois mortels, le plus souvent de gravité variable, dans le but de réduire ou de supprimer la valeur combattante des effectifs atteints.

a) *Caractères physiques :*

A la température ordinaire, ils peuvent être :

- gazeux (chlore, phosgène),
- liquides (chloropicrine, Ypérite, lewisite),
- solides (chloracétophénone, chlorure et cyanure de diphénylarsine);

D'où le terme impropre de « gaz » de combat.

b) *Caractères chimiques :*

On distingue les toxiques :

- oxydants (chlore, chloropicrine),
- réducteurs (acroléine, cétones),
- ionisables (acide cyanhydrique, arsines),
- non ionisables (oxyde de carbone).

c) *Caractères physiologiques :*

On leur connaît :

a) des propriétés :

- électives (bromure de benzyle, oxyde de carbone),
- non électives (Ypérite, lewisite);

b) des effets :

- locaux (lacrymogènes),
- généraux (acide cyanhydrique),
- durables (phosgène, ypérite),
- passagers (sternutatoires, lacrymogènes);

c) une action :

- immédiate (bromure de benzyle),
- retardée (ypérite).

CONSTITUTION GENERALE

NOTIONS FONDAMENTALES

1°) Certains *métalloïdes ou métaux* sont dotés naturellement de propriétés toxigènes ou toxiques; ils confèrent une forte activité physiologique aux composés qui les incorporent : Arsenic, Antimoine, Etain, Mercure, Plomb, Bismuth, etc.

2°) D'autres éléments, d'aspect indifférent, peuvent former des *groupements ou radicaux* capables de donner à leurs composés des propriétés physiques, chimiques ou physiologiques spéciales; par exemple les ions H^1 , CH qui font respectivement les acides et les bases, les groupements oxydants (SO^3 , SO^4 , NO^3 , $P^2O^5...$) et les groupements réducteurs (SO^2 , SH^2 , P^2O^8 , $CO...$).

Dès lors, on peut distinguer trois différents états dans l'organisation des molécules toxiques.

A) Premier état : *Composés minéraux.*

L'atome ou le groupement toxigène est combiné, suivant sa valence, soit à un ou plusieurs halogènes

(F1, Cl, Br, I), soit à un ou plusieurs radicaux qui en tiennent lieu (SO^3- , SO^4- , NO^2- , NO^3- , $\text{CN}-$,...) mais jamais à un atome de carbone.

La formule schématique de ces composés minéraux peut s'écrire X-M-X.

Ils appartiennent à la classe des *électrolytes* ; solubles dans l'eau, ils s'y dissocient en ions qui portent les charges électriques de signe contraire, charge positive pour les cations (base ou métal), charge négative pour les anions (acide ou métal-loïde).

Ainsi le sublime corrisif Hg Cl^2 dont la formule Cl-Hg Cl répond au schéma général, donne en solution aqueuse :

- un ion Hg électropositif,
- deux ions Cl- électronégatif.

B) Deuxième état : *Composés organiques ou organo-minéraux.*

Les éléments toxigènes sont combinés à un ou plusieurs atomes d'*hydrogène*.

Les radicaux (résidus, groupes, groupements...) représentent ce qui reste d'une molécule quand on lui soustrait un ou plusieurs atomes.

Si on enlève à l'eau $\text{H} - \text{OH}$ un H, il reste $\text{O} - \text{H}$ (radical oxydrile); au méthane $\text{C} = \text{H}^4$ un H, il reste $-\text{C} = \text{H}^3$ (radical méthyle).

Les radicaux sont monovalents (oxydrile, méthyle) ou divalents : imidogène ($= N - H$), carbonyle ($= C = O$).

Le radical méthyle CH^3	dérive du méthane CH^4
— éthyle C^2H^5	— de l'éthane C^2H^6
— vynile C^2H^7	— de l'éthylène C^2H^4
— phényle C^6H^5	— du benzène C^6H^6 .

Certains radicaux sont dits fonctionnels parce qu'ils caractérisent un ensemble de propriétés chimiques stables dans tous les corps où ils figurent :

OH	oxydrile	COOH	acide organique
CN	nitrile	NH ²	amine
CO	cétone	As H ²	arsine
CH ² OH	alcool primaire	Sb H ²	stibine, etc...

Les composés organiques ou organo-minéraux répondent à la formule générale R-M-R.

Ces corps sont *peu solubles dans l'eau*. Ils ne peuvent donc ni s'hydrolyser, ni se dissocier en ions, mais ils ont la propriété très importante de *se dissoudre dans les lipides*.

Ainsi certaines combinaisons du mercure sont très toxiques,

$CH^3 - Hg - CH^3$	$C^2H^5 - Hg - C^2H^5$
diniéthyl mercure	diéthylmercure

dont les vapeurs, inhalées en quantité suffisante, peuvent entraîner la mort.

De même, le plomb titraéthyle $(C^2H^5)^2 = Pb = (C^2H^5)^2$, l'acide cyanhydrique $H - C \equiv N$ et les nitriles, l'hydrogène sulfuré $H - S - H$ et les mercaptans (méthyl et éthyl mercaptan), l'hydrogène arsénié et les arsines (méthyl et éthylarsine).

C) Troisième état : *composés organo-minéraux halogénés.*

Les éléments primitifs, qui sont au moins bivalents, peuvent se combiner :

— par une ou plusieurs valences à des halogènes ou à des radicaux minéraux ionisables;

— par la ou les valences demeurées libres soit au carbone des radicaux organiques, soit à de l'hydrogène.

La formule générale est $X - M - R$.

Ce sont des corps solubles dans les *graisses* comme ceux de la classe B *et en partie ionisables* (soit directement, soit après hydrolyse) comme ceux de la catégorie A. Exemple :

Si dans le mercure diéthyle $C^2H^5 - Hg - C^2H^5$, on substitue un atome de chlore à un des radicaux éthyle, on obtient le chlorure de mercure éthyle $C^2H^5 - Hg - Cl$ dont la formule correspond au schéma général $R - M - X$.

Ce corps est ionisable sans hydrolyse.



Les diphenylchlorarsines et les diphenylstibines chlorées (bromées ou fluorées) s'ionisent avec hydrolyse.



De même l'ypérite ou sulfure d'éthyle dichloré :



NOTIONS DE TOXICITE

LOIS D'ACTION GÉNÉRALES DES POISONS

Toute intoxication est fonction de *variables indépendantes*.

- a) le temps L ;
- b) la concentration du poison P ;
- c) la concentration de la matière vidante M ;
- d) les constantes des vitesses d'intoxication et de désintoxication K^1 et K^2 .

Ces éléments peuvent constituer par groupement une formule pratique d'activité permettant d'apprécier la valeur toxique d'un gaz.

Les grandes lois d'action des poisons sont :

- 1° la spécificité d'action (PM) = loi d'électivité ;
- 2° la vitesse d'action (t) = loi des temps ;
- 3° le seuil d'action (IC) = loi des concentrations ;
- 4° la durée d'action ($K^1 K^2$) = loi de réversibilité.

1° *Loi d'électivité :*

Alors que certains gaz (ypérite, lewisite) exercent une action nécrosante sur tous les organes ou tissus atteints (poumons, yeux, téguments, muqueuses), d'autres méritent, au contraire, le nom de toxiques spécialisés; autrement dit la nature de l'empoisonnement (PM) dépend du poison et du tissu différencié qu'il frappe.

2° *Loi des temps :*

L'empoisonnement est fonction du délai que met le gaz à agir. Suivant la nature du gaz, le temps pourra être mesuré en secondes (bromure de benzyle, bromacétone, chloropicrine), en minutes (acide cyanhydrique, phosgène, palite), en heures ou même en jours (ypérite, certaines arsines).

3° *Loi des concentrations :*

L'intoxication est fonction de la concentration du gaz. Plus la concentration est élevée et plus l'intoxication est rapide. Pour chaque corps il existe un seuil d'action correspondant à la concentration minimum qu'il faut réaliser pour obtenir un effet toxique. Suivant les cas, la concentration se mesure en fractions de milligrammes (arsines irritantes), en milligrammes (lacrymogènes), ou en grammes (arsines suffocantes, phosgène, acide cyanhydrique) par mètre cube d'air infecté.

4° *Loi de réversibilité :*

Certaines intoxications offrent un caractère durable car elles déterminent des lésions organiques avec désagrégation moléculaire du poison qui s'accumule dans l'économie (vésicants et suffocants).

D'autres entraînent des réactions biochimiques instables, sans lésions des tissus, sans altération moléculaire du poison. Celui-ci tend à s'éliminer spontanément de l'organisme pour retourner au milieu ambiant. L'oxyde de carbone, l'acide cyanhydrique, les lacrymogènes sont physiologiquement des gaz fugaces.

FACTEURS PARTICULIERS DE TOXICITÉ

Composés minéraux :

a) *Ionisation :* l'activité physiologique des composés minéraux semble croître avec leur degré de dissociation.

b) *Valence :* les combinaisons de l'arsénic et de l'antimoine trivalents sont plus nocives que celles des mêmes corps à l'état pentavalent. Ainsi lorsqu'un corps possède plusieurs valences, ses composés les plus réducteurs où il figure avec la valence minimum sont les plus toxiques à condition que leur solubilité reste suffisante.

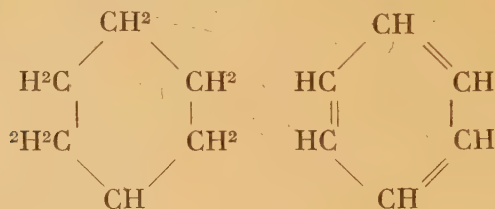
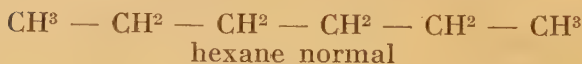
Composés organiques :

Ils ont une activité de toxicité en rapport avec leurs *fonctions chimiques* et leur *structure moléculaire*.

1° *Série grasse* ou aliphatique C^1H (en + 2), dite à chaîne ouverte — CH^4 (méthane), C^2H^6 (éthane), etc...

L'activité de ces corps n'est pas sans relation avec la longueur de la chaîne. Ils exercent sur le *système nerveux central* une *action paralysante* qui croît avec le nombre d'atomes de carbone qu'ils renferment jusqu'au terme C^8 (octane). Cette action diminue à partir du terme C^9 (nonane) pour disparaître avec le terme C^{14} (tétradécane). De même les alcools qui en découlent par substitution de l'oxydrine OH à un ou plusieurs atomes d'hydrogène, sont d'autant plus nocifs qu'ils s'élèvent davantage. L'éthylarsine est plus toxique que la méthylarsine, l'éthyl mercaptan que le méthylmercaptan.

2° *Série benzénique* ou arylique ou aromatique ou encore à chaîne fermée. Ces corps sont plus nocifs que leurs homologues de la série grasse.



3° Série azotée.

Elle est caractérisée par les trois fonctions maîtresses :

amine $N = H^2$;

nitrile $C = N$;

amide $CONH^2$.

Les résidus incorporés par substitution à un hydrogène dans une chaîne ou un cycle d'hydrocarbure exaltent leur nocivité.

CH^4 (méthane) $= CH^3 - NH^2$ méthylamine

C^6H^6 (benzine) $= C^6H^5 - NH^2$ benzylamine

CH^4 $CH^3C = N$ acétonitrile

C^6H^6 $C^6H^6 = N$ benzonitrile

— C

CH^4 $CH^3 - COHN^2$ acétamide

C^6H^6 $C^6H^5 - CONH^2$ benzamide

Composés organo-minéraux halogénés :

Les composés organo-minéraux halogénés sont caractérisés par la présence d'*halogènes* qui accroissent la nocivité du corps primitif soit en augmentant la solubilité dans les graisses, soit en agissant sur l'ionisation et la solubilité dans l'eau.

Prenons trois corps peu irritants :

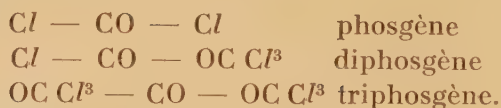
$OH - CO - OH$ acide carbonique

$OH - CO - OCH^3$ carbonate acide de méthyle

$OCH^3 - CO - OCH^3$ carbonate neutre de méthyle

et remplaçons, dans leur formule, un ou plusieurs atomes d'hydrogène, un ou plusieurs radicaux oxhy-

driles, par autant d'atomes de chlore, nous obtiendrons :



Leur toxicité est en outre fonction :

a) *du degré de saturation :*

Les doubles et les triples liaisons qui correspondent en réalité à des valences libres accroissent parfois l'activité des composés organiques halogénés ou non.

Exemple : l'alcool allylique $\text{CH}^2 = \text{CH} - \text{CH}^2\text{OH}$ est plus toxique que l'alcool propylique $\text{CH}^3 - \text{CH}^2 - \text{CH}^2\text{OH}$.

b) *d'un coefficient de partage élevé :*

Le coefficient de partage transposé de la pharmacologie (anesthésiques) à la toxicologie peut être défini comme le rapport qui s'établit dans un mélange en équilibre de corps toxiques, de lipides et d'eau, entre la concentration du corps dans les lipides et sa concentration dans l'eau.

Or ces concentrations respectives étant fonction de la double solubilité des substances envisagées, le rapport précédent s'exprimera : coefficient de partage = *solubilité dans les lipides*, — *solubilité dans l'eau*. Plus le coefficient de partage est élevé (grand numérateur — petit dénominateur) plus le corps est pénétrant, plus il exerce en profondeur son action vulnérante spécifique ou non.

TOXIQUES CAUSTIQUES

Ce sont des agents capables de détruire rapidement la structure et la vie des tissus. Peu *solubles* dans l'eau, ils se dissolvent *dans les graisses*. Ils possèdent un *coefficient de partage élevé* et par conséquent la propriété de pénétrer à travers les tissus.

Leurs caractères toxicologiques sont les suivants :

- a) leur *action* n'est *pas élective* puisqu'ils lèsent n'importe quel tissu accessible et vulnérable;
- b) leur action n'est *pas réversible* puisque tous les points touchés meurent, s'éliminent et nécessitent une réparation d'ordre biologique;
- c) leur *seuil d'action* est relativement élevé. Il oscille entre le décigramme et le gramme par mètre cube d'air ambiant;
- d) leur *agressivité* n'est *pas immédiate* puisque pour se manifester elle nécessite la pénétration du corps dans la matière vivante, puis une réaction chimique qui n'est pas instantanée.

Suivant leur affinité on les range en *deux groupes*:

— caustiques du poumon : *suffocants*;

— caustiques de la peau : *vésicants*.

Il convient de noter que l'ypérite, les arsines lésent le tissu pulmonaire.

LES SUFFOCANTS (gaz croix verte)

NOMENCLATURE

Deux groupes :

A) Dérivés du chlore :

— *Phosgène* ou oxychlorure de carbone COCl^2 . Son odeur rappelle les émanations du terreau, des pommes vertes, de la matière organique en fermentation. Son poids est 99 : 3,5 fois plus lourd que l'air; au contact de l'eau il se décompose en donnant de l'acide carbonique et de l'acide chlorhydrique.



Les bases le détruisent :



— *Palite* ou chloroformiate de chlorométhyle :



— *Surpalite* ou chloroformiate de trichlorométhyle :



— *Chloropicrine* ou nitrochloroforme : $\text{CCl}^3 \text{NO}^2$.

La chloropicrine est 4 fois plus toxique que le chlore ; le phosgène et la surpalite 10 fois plus.

B) *Les Arsines suffoquantes :*

Il suffit d'élever la concentration et la durée d'action d'une arsine pour qu'elle franchisse la courte distance qui sépare l'irritation simple de la destruction cellulaire.

Les principales arsines sont :

<i>Série grasse :</i>	<i>Série aromatique :</i>
$\text{CH}^3 - \text{As} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ < \\ \text{Cl} \end{array}$	$\text{C}^6\text{H}^5 - \text{As} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ < \\ \text{Cl} \end{array}$
méthyldichlorarsine	phényldichlorarsine
$\text{C}^2\text{H}^5 - \text{As} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ < \\ \text{Cl} \end{array}$	$\text{C}^6\text{H}^5 - \text{As} \begin{array}{c} \text{Br} \\ < \\ \text{Br} \end{array}$
éthyldichlorarsine	phényldibromarsine

Les arsines suffoquantes de combat apparaissent donc comme des *composés de l'arsenic trivalent* dont l'atome d'arsenic est relié par une valence au carbone d'un radical organique, et, par les deux autres valences, à deux halogènes.

Rappelons que l'antimoine trivalent peut remplacer l'arsenic et donner des *stibines* douées de propriétés physiologiques *analogues*.

Arsines et stibines sont douées d'une puissante toxicité. Leur concentration léthale oscille entre 150 et 170 milligrammes par mètre cube pour quelques minutes d'inhalation.

ETUDE CLINIQUE

A) Dérivés du chlore :

1° *Intoxication massive* : la trachée et les bronches se congestionnent, perdent leur épithélium et deviennent le siège d'une abondante exsudation qui peut, en se coagulant, colmater la lumière des conduits aérifères (moules fibrineux complets de la trachée et des grosses bronches). Les cellules épithéliales des alvéoles et les capillaires sous-jacents sont détruits et leurs parois laissent transsuder peu à peu le liquide d'œdème.

Celui-ci distend d'abord les cloisons inter-alvéolaires, envahit les alvéoles, le lobule, jusqu'à submerger toute la cavité pulmonaire. A la section les poumons ruissellent comme une éponge au sortir de l'eau.

3 variétés d'œdème :

a) œdème inter-alvéolaire ou œdème des cloisons;

b) œdème intra-alvéolaire ou œdème par inondation;

c) œdème total : l'œdème des cloisons s'accompagne d'un œdème considérable intra-alvéolaire. Ces accidents sont tels que l'hématose se trouve promptement compromise (obstruction des voies aériennes supérieures infiltrées d'œdème, épaissement des parois alvéolaires). Le sujet *asphyxie*.

Plus soluble que l'oxygène dans le liquide d'œdème, l'acide carbonique peut s'échapper de l'organisme. L'oxygène qui ne peut y pénétrer disparaît du sang progressivement. L'intoxiqué bleuit et meurt d'anoxémie.

2° *Intoxication moyenne :*

a) *Troubles respiratoires et acidose*

L'accélération du rythme respiratoire provoque une élimination en excès d'acide carbonique. Dans

le rapport $\frac{\text{CO}^3\text{H}^2}{\text{CO}^3\text{Na H}}$ le numérateur diminue, d'où

alcalose gazeuse que l'organisme tend à compenser par l'élimination des bicarbonates; la réserve alcaline s'abaisse; l'hématose est fortement contrariée.

b) *Troubles circulatoires et cardiaques*

Liés aux précédents, ils sont sous la dépendance de trois facteurs :

1° Facteur mécanique : barrage opposé par l'œdème pulmonaire ;

2° Facteur sanguin : augmentation des hématies ; appauvrissement en liquide plasmatique, d'où viscosité du sang accrue;

3° Facteur toxique : la résorption des toxines développées au niveau des tissus mortifiés, détermine une chute progressive et considérable de la tension artérielle.

c) *Troubles rénaux*

Oligurie progressive ; diminution de la concentration de l'urée.

B) *Les Arsines :*

A la fois irritantes, suffocantes, vésicantes et pyogènes.

Dans les premières heures les voies respiratoires renferment presque tout l'arsenic absorbé ; puis, une partie du poison s'élimine avec les sécrétions expectorées tandis que l'autre passe dans la circulation. Deux jours après l'appareil respiratoire ne contient plus d'arsenic. L'arsenic s'est fixé, en effet, sur le rein et sur le foie. Ils ne s'en déchargeront que lentement et difficilement.

Action :

a) *A hautes doses* les arsines sont arrêtées partiellement dans la trachée et les bronches, cependant que leurs vapeurs ou plus fines particules vont au contact de l'épithélium pulmonaire et amorcent un œdème réactionnel local : *action suffocante pure.*

b) *A dose moyenne*, elles exercent une action vésicante sur la trachée et les bronches, une action pyogène au niveau des canaux alvéolaires, d'où *gros foyers de broncho-pneumonie.*

c) *A faible dose*, elles déterminent la formation de *petits foyers de broncho-pneumonie* disséminés un peu partout.

LES VESICANTS

DÉFINITION : Ce sont des toxiques très solubles dans la substance des tissus, doués d'affinités chimiques plus faibles et se désagrégeant plus lentement que les suffocants.

On les nomme vésicants pour stigmatiser leurs effets sur les tissus cutanés, muqueux, effets comparables à ceux des vésicants thérapeutiques (essence de moutarde, cantharide, huile de croton).

Rappelons que certains vésicants sont doués également de propriétés irritantes et suffocantes en rapport avec la concentration et la durée d'action.

NOMENCLATURE

A) Composés de l'arsenic :

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| a) Vésicants forts : | b) Vésicants légers : |
| — trichlorure d'arsenic | — diméthylecyanarsine |
| — méthyldibromarsine | — diphénylcyanarsine |
| — méthyldichlorarsine | — diphénylchlorarsine |
| — éthyldichlorarsine | — aminodiphénylchlor- |
| — phényldichlorarsine | arsine |
| — chlorovinylchlor- | |
| arsine | |

B) *Composés du soufre :*

a) *Vésicants forts :*

- ypérite (sulfure d'éthyle dichloré)
- méthylhypérite
- prophylhypérite
- sulfure d'éthyle dibromé

b) *Vésicants faibles :*

- sulfure d'éthyle
- sulfure de chloroéthyle

C) *Composés du sélénium :*

a) *Vésicants forts :*

- séléniure d'éthyle dichloré

b) *Vésicants faibles :*

- sélénium éthylène bromé
- sélénium acétylène bromé
- sélénium de vinyle dichloré

D) *Composés divers :*

a) *Vésicants forts :*

- trifluorure de brome
- dinitrochlorobenzol
- tétrachlorure de titane
- pentafluorure d'iode

b) *Vésicants faibles :*

- chloracétophénone
- iodacétophénone
- acétate de monochloroéthyle
- acétate de monobromoéthyle

YPERITE

NOTIONS GÉNÉRALES

L'ypérite ou sulfure d'éthyle dichloré est, à l'état pur, un liquide limpide, légèrement ambré et huileux, d'une viscosité comparable à celle de la glycérine. Il dégage une odeur assez désagréable d'ail, d'oignon ou de moutarde. Peu soluble dans l'eau, il *s'hydrolyse lentement à froid*, plus rapidement à chaud pour donner du thiodiglycol et de l'acide chlorhydrique. Il a des *propriétés réductrices* qu'il manifeste en présence d'oxydants tels qu'eau oxygénée, permanganate de potasse, chlorure de chaux en solution aqueuse.

Transformé par oxydation à l'état de sulfoxyde, il perd toute action vésicante. Si l'oxydation est poussée davantage, on obtient la dichloroéthylsulfone douée de propriétés vésicantes notables.

Le chlore, la chloramine, les chlorures dissociables donnent, avec l'ypérite, des produits perchlorés inactifs.

Caractères toxicologiques :

Toxique *insidieux* dont les effets ne se manifestent qu'après une échéance variable, 1 à 2 heures pour l'appareil respiratoire, 2 à 5 heures pour l'œil et les muqueuses externes, 5 à 12 heures pour la peau.

Il n'irrite pas les nerfs sensibles; la douleur qui apparaît n'est pas due au corps agressif, mais aux lésions qu'il a produites.

Il détermine deux sortes d'effets :

- a) *des effets locaux escharrotiques ;*
- b) *des effets toxiques généraux.*

L'injection d'une solution d'ypérite détermine au bout de 10 à 20 minutes en moyenne :

- a) des troubles digestifs : salivation, vomissements, diarrhée sanglante;
- b) des troubles cardiovasculaires : tachyarythmie, hypotension;
- c) des troubles nerveux : excitation ou ataxo-adynamie, coma.

Mécanisme de l'action toxique

1° *Théorie de l'hydrolyse :*

L'ypérite se décompose à l'intérieur des cellules en thiodiglycol et acide chlorhydrique. Seul, l'acide chlorhydrique réagit sur le protoplasma. Le « *temps mort* » compris entre le contact infectant et la nécrose tissulaire correspond à celui de l'hydrolyse qui est toujours lente.

2° Théorie de l'action moléculaire totale :

Une gouttelette d'ypérite diluée à 5 %, appliquée sur la peau, suffit à créer une petite lésion avec phlyctène. Elle n'a libéré cependant qu'une quantité infime d'H Cl dans un milieu fortement tamponné à réaction alcaline. N'y aurait-il pas neutralisation de ces traces d'acide ? Cette observation plaide en faveur d'une action moléculaire totale, généralement admise en pharmacodynamie pour les alcaloïdes à structure complexe.

Ces deux théories se complètent sans s'exclure.

Mécanisme de la vésication

Dans une première phase, le poison mortifie les couches cellulaires superficielles. Dans une seconde phase, il altère les parois vasculaires et, sous l'influence de la pression sanguine, le plasma filtre à travers leurs éléments désorganisés.

Clinique

1° Action sur la peau :

Mécanisme de l'absorption : l'ypérite entre en contact avec la peau à l'état de vapeur ou à l'état liquide. Une partie s'évapore, l'autre pénètre par dissolution dans les liquides épidermiques et, par capillarité, en suivant les canaux excréteurs des glandes et les espaces intercellulaires jusque dans la zone vasculaire.

Donc, trois phases :

a) Phase externe. L'ypérite n'est pas absorbée immédiatement par le revêtement cutané. Un lavage abondant avec friction à la gazoléine, pyridine, alcool, suivi d'un savonnage peut, en effet, prévenir toute vésication. *Si l'on intervient dans les deux ou trois premières minutes, le résultat est excellent ;* au bout de 10 à 15 minutes, il est très imparfait.

b) Phase moyenne. L'ypérite est au contact d'éléments gras et de la couche cornée de l'épiderme. Très liposoluble, il emprunte les canaux glandulaires.

c) Phase interne. Elle se déroule dans la zone vasculaire, siège des réactions biochimiques qui aboutissent au processus vésicant. La sensibilité de la peau à l'ypérite est variable, plus grande pour les blonds que pour les bruns, plus grande pour la race blanche que pour la race noire.

Caractère des lésions et signes cliniques

Il existe trois degrés de lésions correspondant aux *trois degrés classiques d'une brûlure* :

a) Lésions du premier degré (coup de soleil) : *érythème* scarlatiniforme, rubéfaction intense de la peau du cou, des aisselles, des régions inguinales, des organes génitaux. Cet érythème sensible à la pression prend 48 heures après une teinte cuivrée et

aboutit à une *pigmentation* brunâtre qui dure plusieurs semaines, plusieurs mois, parfois, jusqu'à desquamation complète.

Le gazé éprouve pendant les premières heures une sensation de prurit, de *cuisson*, de tension inflammatoire superficielle.

Quand l'érythème est étendu, il s'accompagne de *phénomènes généraux* : fièvre, adynamie ou excitation, état saburral des voies digestives, albuminurie légère...

b) Lésions du second degré. Elle est caractérisée par la vésication (phlyctènes). La lésion se constitue lentement, par étapes. Une rougeur apparaît vers la deuxième et troisième heure, s'accroît rapidement. Après 12 à 15 heures, la tache gonfle surtout à sa périphérie. Au bout de 24 heures, un chapelet de vésicules marginales, bientôt confluentes, décolle l'épiderme tandis que le centre de la papule conserve un aspect blanchâtre, déprimé et chagriné.

Dans les régions où les follicules pileux abondent on voit apparaître souvent un semis de vésicules juxtaposées qui ne tardent pas à se fondre en une seule et grosse phlyctène gorgée de liquide citrin non toxique comme les cloques des brûlures ordinaires. La réaction vésicante atteint son maximum vers le troisième jour. Sous leur pellicule intacte, les petites lésions se réparent spontanément, en deux ou trois semaines. *Dans la pratique, elles s'infectent presque toujours.* La guérison est très longue.

c) Lésions du troisième degré. Parfois l'ypérite peut mortifier brutalement toute l'épaisseur de la peau et créer une véritable *escarre avec œdème* mais sans formation de vésicule. La réparation demande plusieurs mois. Dans les lésions étendues le pronostic est sombre. Les grands ypérités succombent rapidement au milieu d'accidents pulmonaires, cardiovasculaires et rénaux, déterminés par le toxique et les produits de désintégration cellulaire.

2° Action sur l'œil :

Deux aspects cliniques essentiels.

a) Conjonctivite :

Au premier degré, l'œil est rouge, injecté.

Si le sujet a été gazé à l'état de veille, l'injection conjonctivale est limitée par l'écartement normal des paupières.

Si l'ypéritation s'est produite pendant le sommeil, la réaction siège au niveau du pôle inférieur de l'œil, le globe étant alors réversé vers le tour de l'orbite.

Sensation de brûlure, de corps étranger, photophobie, larmoiement.

Au deuxième degré, l'hyperémie est totale, intéressant les conjonctives palpébrales et bulbaires. Les culs de sac sont œdématisés. Cuisson, tension douloureuse des enveloppes, photophobie, larmes, exsudation sérofibrineuse accolant les paupières épaissies.

Au troisième degré, forte réaction œdémateuse, semée de phlyctènes, infiltrant les tissus voisins. Les lésions s'infectent. La suppuration apparaît. La douleur irradie dans toute la région périorbitaire. Le chemosis et le blépharospasme rendent l'examen très pénible.

b) *Kérato-conjonctivite :*

Tantôt superficielle, mise en évidence avec une goutte de fluorescéine à 2 % en solution alcaline, tantôt profonde et d'allure ulcéreuse. Pronostic fonctionnel grave. Les grands processus panophtalmiques demeurent exceptionnels. Suivant les degrés, la guérison met de 3 à 8 semaines à s'établir.

Séquelles : Ectropion des paupières; rétrécissement des voies lacrymales, opacité cornéenne. En outre, l'œil ypérité reste longtemps fragile, très susceptible aux causes d'irritation banales (vent froid, poussières, lumière vive).

3° *Action sur l'appareil respiratoire :*

Congestion, œdème, nécrose résument cette action. Alors que le phosgène et la surpalite dont l'hydrolyse est rapide, altèrent beaucoup moins les voies aérifères que l'épithélium pulmonaire, l'ypérite au contraire, qui s'hydrolyse lentement désorganise surtout les muqueuses de l'arbre trachéo-bronchique.

Il existe deux formes cliniques principales :

a) *La laryngite :*

Le larynx est sensible à l'ypérite aux plus faibles concentrations.

Aux lésions anatomiques de congestion de la muqueuse, pouvant aller jusqu'à l'œdème dans la région épiglottique, correspond un syndrome clinique de rhino-pharyngo-laryngite aiguë avec rhinorrhée, rauçité de la voix ou aphonie, toux sèche cuisante, dysphagie.

b) *La trachéo-bronchite ulcéreuse :*

L'ypérite détermine parfois des lésions considérables des voies respiratoires supérieures; ulcération des muqueuses avec décollement de l'épithélium, nécrose et formation de fausses membranes grisâtres, épaisses, d'aspect diphtéroïde. Les petites ramifications sont parfois colmatées par des agrégats de polynucléaires et d'éléments épithéliaux nécrosés (véritable bronchiolite oblitérante).

Cliniquement le gazé est aphone, fébricitant. Parole, toux, respiration lui sont pénibles. Secoué par des quintes rauques et douloureuses, il expectore des crachats visqueux, sanguinolents, des fragments de fausses membranes, parfois de véritables moules bronchiques.

A l'auscultation, signes de bronchite aiguë, piaulements, râles sibilants et ronflants, bouffées de râles humides aux bases signant l'existence d'un processus congestif. La réparation est lente.

L'appareil respiratoire demeure fragile, susceptible, d'où laryngites chroniques, bronchites à répétition, dilatation des bronches.

Complications. — Asphyxie consécutive à l'obstruction des voies aériennes par des débris sphacelés. Mort, broncho-pneumonie, abcès et gangrène pulmonaire.

Action sur le tube digestif :

Lèvres, narines, cavité buccale, estomac, intestin grêle peuvent être lésés, rarement l'œsophage.

Cliniquement l'ypéritation digestive se traduit par de vives douleurs gastriques et abdominales, de la salivation, des nausées, des vomissements, des *évacuations diarrhéiques et sanguinolentes* rappelant le molœna, signes d'un état grave.

Quand l'intoxication est légère, il y a tendance à la constipation.

Action sur l'appareil urinaire :

Oligurie, diminution de l'urée et des chlorures, albuminurie, présence de cellules épithéliales altérées, de globules rouges et blancs.

Action générale :

L'ypérite se comporte comme un toxique violent.

a) *Action sur le système neuro-musculaire.*

— A haute dose, poison convulsivant, cris, agitation, délires, crampes.

— A faible dose, il détermine une véritable stupeur, une somnolence impérieuse.

b) Action sur l'appareil circulatoire.

Poison cardiaque, il provoque une chute rapide, intense, de la pression artérielle, jusqu'à 6 cm. de mercure avec pouls faible et arythmie.

c) Action sur l'appareil digestif.

Excitation des glandes annexes du tube digestif, vomissements, diarrhée profuse, sanglante.

d) Action sur les éléments figurés du sang.

Diminution progressive des globules blancs qui peuvent disparaître complètement.

Augmentation des lymphocytes par rapport aux polynucléaires. Polynucléose passagère, puis mononucléose durable.

e) Action sur le métabolisme général.

Amaigrissement, parfois hypothermie (jusque 35°, au moment de la mort) ; généralement fièvre précoce, durable, variant entre 38°, 40°.

Formes cliniques :

1° Ypéritation légère :

Irritation des yeux ; rhino-pharyngo-laryngite ; érythème fragmentaire.

Si, au bout de 5 à 6 jours, l'état du gazé ne s'aggrave pas, on peut porter un bon pronostic.

2° Ypéritation grave :

Deux types de gazés :

a) *Les vésiqués proprement dits* sont de *grands brûlés*, avec la circonstance aggravante que le corps chimique et les produits de désintégration tissulaire résorbés s'unissent pour l'intoxiquer.

Les *troubles généraux* sont relativement *tardifs* mais prépondérants (adynamie, stupeur ou excitation psychomotrice, tachyarythmie, hypotension, néphrite toxique, nausées, vomissements, diarrhée).

b) *Les ypérités pulmonaires.*

Pour ceux-ci, les *troubles généraux* sont, au contraire, *précoces*.

ARSINES VESICANTES OU LEWISITES

(gaz croix bleue)

Les arsines firent leur entrée dans la guerre chimique le 11 juillet 1917, dans le secteur de Nieuport, avec la diphénylchlorarsine. Comme les arsines forçaient les masques alors en usage, les Allemands la surnommèrent « brise-masques ».

Constitution chimique

Si dans l'hydrogène arsenié $\text{H} - \text{As} < \begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ on remplace successivement 1, 2, 3 atomes d'hydrogène par autant de radicaux organiques, on crée des arsines primaires, secondaires, tertiaires.

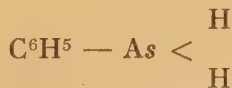
Suivant les radicaux substitués on obtient, soit les arsines de la série grasse, soit les arsines de la série aromatique.

Exemple: série grasse :



monométhylarsine

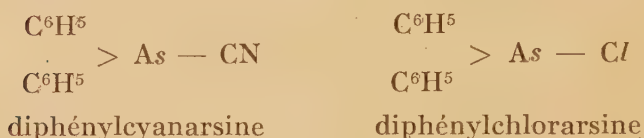
Série aromatique:



monophénylarsine

Tous ces corps, les arsines aromatiques surtout, sont déjà toxiques. Pour exalter leur nocivité il suffit d'introduire dans leur molécule, par substitution aux H fixés à l'arsenic, des arsines primaires et secondaires, soit des halogènes, soit des radicaux cyanés.

Exemple :



Si, à l'arsenic, on substitue l'antimoine, on obtient les stibines douées des mêmes propriétés.

Diphénylchlorarsine, diphénylcyanarsine ont été seules employées avec l'aminodiphénylchlorarsine

$$\text{NH}^4 < \begin{array}{c} \text{C}^6\text{H}^4 \\ \cdot \\ \text{C}^6\text{H}^4 \end{array} > \text{As} - \text{Cl}$$

découverte par le docteur Adams, d'où son nom d'adamsite.

Tous ces corps ont des propriétés irritantes et suffocantes. L'éthyl, le méthyl et le phényldichlorarsine ont une activité vésicante incontestable. Mais les vraies arsines vésicantes n'ont pas subi l'épreuve de la bataille. Mises au point en 1918 par un chimiste américain, W.-L. Lewis, d'où leur nom de lewisites, elles sont douées d'une activité puissante et d'effets multiples cependant exagérés, « supergaz ou rosée de la mort ».

En présence du chlorure d'aluminium agissant comme catalyseur, l'acétylène ($\text{CH} = \text{CH}$) est absorbée par le trichlorure d'arsenic; d'où la formation de lewisites primaires, secondaires et tertiaires.

ETUDE CLINIQUE

Dans le groupe des arsines, seules les lewisites primaire et secondaire ont une activité.

La lewisite primaire est plus caustique et moins irritante que la lewisite secondaire.

Gaz persistants, d'agressivité plus rapide que l'ypérite mais dépourvus d'insidiosité, les lewisites trahissent leur présence par des *phénomènes d'irritation précoce* auxquels succèdent des phénomènes de suffocation, de vésication et d'intoxication générale.

La lewisite est un poison cellulaire, très soluble dans les lipides, qui, par hydrolyse, libère de l' HCl et un oxyde complexe nécrosant. Sa toxicité est considérable; un homme de 70 kilos, laissé sans soins, succomberait à l'étalement de 1 cm^2 de lewisite primaire sur la peau; elle agit à la fois à l'état de vapeur et à l'état liquide.

1° *Action sur la peau :*

Nous la mettrons en évidence par *comparaison avec l'ypérite*.

LEWISITE

YPÉRITE

Temps d'absorption

5 minutes.

20 à 30 minutes. Au-

Légère sensation de brû-

cun signe subjectif.

lure.

Erythème

Début au bout de 30 minutes et finit par occuper une surface de 12 × 15 cm. vers la troisième heure.

La réaction de couleur s'aumonnée n'apparaît qu'après 2 heures et couvre, vers la 3^e heure, une surface de 3 cm. 5 × 4.

Vésiculation

Elle débute au bout de 13 heures environ par une phlyctène grosse comme une cerise qui, vers la 24^e heure, forme, avec toutes les phlyctènes voisines, une seule cloque large et saillante. Elle repose sur un champ très rouge qui se « noie » dans la peau saine à sa périphérie.

Vers la 24^e heure les premières vésicules bordent en chapelet la zone mortifiée. Au centre, la lésion, de couleur gris jaunâtre, reste déprimée.

Evolution aseptique

Elle atteint son point culminant en 48 heures. Puis régression des phénomènes avec restitution *ad integrum* vers le troisième septenaire si l'on a respecté la phlyctène et seulement au cours du quatrième dans le cas contraire.

Le processus nécrosant atteint son fustigium vers le 10^e ou 12^e jour. La cicatrisation se complète entre le 6^e et le 8^e septenaire.

2° *Action sur les yeux* : lacrymogène caustique ; clignotement, larmolement intense, rougeur progressive des conjonctives ;

3° *Action sur les poumons* : suffocant à effet rapide, éternuements, rhinorrhée abondante, toux, suffocation ;

4° *Action sur le tube digestif* : salivation, vomissements, nausées.



TOXIQUES GÉNÉRAUX

HYDROGÈNE ARSENIÉ

Clinique :

Les arsines dérivent de l'hydrogène arsenié SH^3 , gaz incolore, très dense, très toxique, dégageant le plus souvent une odeur aliacée, due à des impuretés. Il est à l'origine d'intoxications accidentelles observées dans les laboratoires, les industries et chez les aérostiers au moment du gonflement des ballons.

Poison du sang, il détermine une destruction massive et rapide de globules rouges, une hémolyse intense qui s'accompagne d'accidents neuro-anémiques (*paralysie, narcose*).

Un syndrome d'*ictère hémolytique* est généralement constaté, de même que des *phénomènes urémiques* et parfois des polynévrites rebelles. Ces troubles apparaissent suivant la gravité de l'intoxication.

PLOMB TÉTRAÉTHYLE

Clinique :

Insomnie (signe le plus précoce) ; gingivite, ligne bleue saturnine, denture propre.

Tremblement de la main, diminution de la force de préhension.

Troubles gastro-intestinaux ; anorexie (le matin), *coliques*.

Migraines, vertiges.

Asthénie musculaire progressive.

Basophilie sanguine.

TRAITEMENT

LES SUFFOQUÉS

Ce qu'il faut faire :

1° *Immobiliser* sans retard tout homme ayant respiré un gaz suffocant, et particulièrement du phosgène, même s'il ne présente que peu de signes à l'examen, de façon à réduire la quantité d'oxygène nécessaire à l'organisme.

Evacuation par brancard ou voiture d'ambulance dont l'aération doit être suffisante.

Examen des gazés en position couchée. Ils ne devront quitter leur lit sous aucun prétexte. Donc repos immédiat et absolu de rigueur.

- Immobilisation au lit en position demi-assise.
- Réchauffement (lainages, couvertures, bouillottes).
- Diète pendant les trois premiers jours qui correspondent à la période critique. Tisanes chaudes, un peu de thé et de café contre l'asthénie.

2° Pratiquer des inhalations d'oxygène qui rendent peu à peu aux gazés blêmes et aux gazés bleus leur coloration normale, atténuent leur angoisse, facilitent leur respiration, clarifient leurs idées. Bref, on assiste à une sorte de résurrection, éphémère, il est vrai, si l'on interrompt l'*oxygénothérapie*. Celle-ci doit être *précoce* et *prolongée* pendant toute la période critique. Quelques précautions sont indispensables. Il faut utiliser l'oxygène pur du procédé Claude, comprimé à 150 ou 200 atmosphères dans des cylindres en acier, et détendu pour l'emploi sous 760 mm. de mercure.

A défaut d'un masque spécial on peut facilement en réaliser un avec un corps d'A-R-S dont on dévisse la cartouche ou le tuyau amenant au bidon. La cartouche est remplacée par un bouchon percé dans lequel on fera passer le tube d'amenée d'oxygène.

Quel que soit l'appareil oxygénateur employé, il ne faut jamais administrer brutalement l'oxygène, mais d'une manière progressive, comme un anesthésique.

L'inhalation doit être faite à faible pression à travers une compresse imbibée d'eau chaude.

3° Administrer des *tonicardiaques*.

Employer surtout les toniques à base de camphre.

Si l'on cherche une action rapide, on s'adressera aux solutions aqueuses; si l'on veut obtenir un effet soutenu, prolongé, on utilisera une préparation huileuse.

Les solutions aqueuses sont de précieux agents, dans les cas d'urgence, car leur diffusion est prompte même par voie hypodermique. Elles se prêtent aux injections intraveineuses, voire nitracardiaques. Citons le camphosulfonate de soude ou camphodausse, le camphostyl Lacroix, le camphostyl sparteiné, le camphogène, le solucamphre Delalande, le camphydril Robin.

L'hexétone et le cardiazol sont de bons tonicardiaques. Utiliser avec prudence la caféïne aux doses ordinaires (0 gr. 25 pour 1 cc. de soluté n° 1) car son action brutale, énergique, se solde par une dépression myocardique secondaire.

Réserver le sulfate de strychnine aux cas où il faut frapper vite et fort (gazés défaillants; hypotendus en éminence de collapsus).

La ptrophantine a été préconisée par les thérapeutes allemands pour le traitement d'attaque des grands suffoqués.

4° Pratiquer une *saignée abondante, précoce* pour réduire les obstacles qui gênent la circulation (encombrement pulmonaire, hyperviscosité du sang; atonie des parois capillaires).

Plus la saignée est précoce, plus elle est efficace. On doit la pratiquer dans les 2 ou 3 heures qui suivent l'intoxication, avant l'apparition de l'œdème pulmonaire; 8 à 10 heures environ après l'action du gaz, elle perd non seulement toute sa valeur, qui est considérable, mais peut devenir dangereuse et même précipiter la mort.

Effets immédiats : le malade éprouve un soulagement rapide; son angoisse disparaît; il retrouve son calme. La respiration devient plus libre et s'organise. Le cœur reprend son activité première.

Faire précéder la saignée classique d'une injection sous-cutanée de caféïne (1 cc.). Ponction à l'aiguille, mieux au bistouri sur un centimètre environ; 500 à 800 cc. de sang sont ainsi recueillis.

A côté de la saignée on peut employer une autre *médication décongestionnante* :

L'ipéca, administrée à dose vomitive (2 à 3 gr. par prise de un gr.) chez les sujets au repos, à tension soutenue, donne de bons résultats, libère l'estomac, dégorge mécaniquement les poumons. De même, l'émétine, employée précocement à la dose de 0 gr. 04 à 0 gr. 05.

5° *Calmer les troubles réactionnels subjectifs.*

Les gazés, comme tous les malades graves, tirent le plus grand bénéfice du *calme*, du silence et du réconfort moral qui leur est apporté.

Il faut entretenir autour d'eux une atmosphère paisible, leur éviter les mouvements et les paroles inutiles, les traiter dans des salles aérées, baignées de vapeurs aromatiques non irritantes (infusion d'eucalyptus).

Les *perles d'éther*, prises de 10 en 10 minutes durant les paroxysmes, puis à intervalles plus longs, calment la toux.

La codéine et la poudre de Dover surtout, sédative et expectorante, sont indiquées en période d'état pour réduire les foyers congestifs et supprimer l'agitation réflexe.

Donner 2 à 3 pilules de codéine (0 gr. 03) par jour ou mieux 3 ou 6 cachets (un toutes les 4 heures) de :

Poudre de Dover	{	aa 0,10
— de Scille		
Sulfate de quinine		

6° *Combattre l'acidose* par l'ingestion de quelques verres à Bordeaux d'une solution de bicarbonate de soude à 25 % jusqu'à réaction franchement neutre des urines.

7° *Prévenir l'infection.*

Isoler les gazés des malades atteints d'une affection microbienne. Leur donner un masque individuel léger à l'intérieur duquel on placera entre deux compresses de gaze une lame d'ouate hydrophile aspergée toutes les heures avec quinze gouttes d'une mixture aromatico-antiseptique :

menthol	2 gr. 5
chloroforme	} aa 10 gr.
eucalyptol	
créosote	
alcool à 95°	95 100

Ce qu'il ne faut pas faire :

— Fatiguer le malade par une série de médications.

— Donner des médicaments inutiles ou dangereux :

— la digitale qui ralentit le cœur ;

— l'adrénaline qui favorise les poussées d'oedème pulmonaire aigu ;

— le sérum physiologique qui présente les mêmes dangers ;

— la coramine ;

— la morphine.

— Administrer émétine au ipéca, médication hypotensive, chez les gazés à cœur défaillant.

— Pratiquer la respiration artificielle.

— Employer le carbogène.

LES VÉSICUÉS

A) *Ypérite*

Mesures préventives pendant la période latente, plusieurs heures avant l'apparition des lésions :

Tous les *vêtements*, linges, objets susceptibles d'avoir été souillés seront *retirés*.

Lavage abondant, minutieux, prolongé à l'eau chaude et au savon de *tout le corps* ; rinçage à l'eau bicarbonatée.

Yeux : lavage au bock avec une solution de bicarbonate de soude à 22,5 pour 1.000 ou au permanganate de potasse à 1 pour 4.000 dans du sérum artificiel.

Bouche : pharynx : lavages et gargarisme à l'eau bicarbonatée (une cuillerée à café de $\text{CO}_3 \text{Na}^2$ pour un quart de litre d'eau).

Nez : aspiration par le nez de la même solution.

Ingestion d'eau bicarbonatée.

Mains : si elles sont absolument sèches, les passer dans du chlorure de chaux sec en poudre.

Remettre du linge et des vêtements propres.

Mesures curatives : L'ypérite doit être considéré comme un *contagieux*.

Accidents oculaires :

Alterner toutes les quatre heures les lavages à la solution de bicarbonate de soude et de permanganate. On atténue la douleur en instillant 3 ou 4 fois dans la journée deux gouttes d'une solution de chlorhydrate de cocaïne à 2 %.

En cas de photophobie et de larmoiements intenses, instiller, deux fois par jour, une ou deux gouttes de sulfate neutre d'atropine à 1 %.

Pour lutter contre la suppuration, on emploiera l'argyrol à 1 %.

Si l'inflammation est particulièrement marquée, appliquer des compresses chaudes imbibées de la solution de bicarbonate de soude à 22,5 pour 1.000 pendant six à 15 minutes.

Accidents cutanés :

Erythèmes : Tamponner légèrement (sans essuyer ni frotter) la région yperitée avec de la gaze hydrophile. Détruire les tampons. Après cet assèchement, chlorer avec la poudre suivante :

Chlorure de chaux sec et pulvérulent, 50 à 75 % .

Talc ou magnésie pulvérulente Q. S.

Cette poudre sera étendue en couche épaisse partout où l'épiderme est fin (plis de flexion, face interne des membres). Laisser agir le topique pendant 10 à 15 minutes en surveillant les réactions de la peau. Puis savonner doucement avec de l'eau chaude et du savon noir. Après le séchage, poudrer avec le mélange suivant :

talc	400 gr.
carbonate de chaux	} aa 200 gr.
carbonate de magnésie..	
oxyde de zinc	

Phlyctènes : Laisser les phlyctènes intactes si possible, sinon ouvrir aseptiquement au point déclive. Enduire la surface de la phlyctène avec de l'huile goménolée stérile à 10 %. Recouvrir d'une compresse de gaze stérile et de coton non hydrophile. A défaut

d'huile goménolée, utiliser l'ambrine ou le liniment oléo-calcaire.

Sur les lésions étendues de la verge et des bourses, faire des applications humides, ne dépassant pas une heure, de sérum à 7 pour 1.000.

Oindre les phlyctènes douloureuses avec une pomade à la percaïne.

Accidents digestifs :

Ulcérations bucco-pharyngées : badigeonnage à la solution du bleu de méthylène cocaïnée à 1 %.

Douleurs gastriques : ingestion de bicarbonate de soude toutes les trois heures (une cuillerée à café dans un quart d'eau). Au début, maintenir le malade au régime lacté auquel fera suite plus ou moins rapidement le régime lacto-végétarien.

Accidents respiratoires :

L'Ypérité pulmonaire *doit être isolé* des malades atteints d'une affection pulmonaire de nature infectieuse. Inhalation de vapeur d'eau mentholée ou eucalyptolée. Instillations d'huile goménolée à 2 ou 3 % dans les narines. L'installation intratrachéale d'huile goménolée exige le concours d'un spécialiste.

Calmer la toux : codéine, dionine.

Grands enveloppements chauds du thorax et du cou.

Les complications pulmonaires tardives sont justifiables de la thérapeutique classique.

Accidents nerveux et généraux :

Bicarbonate de soude, par la bouche et en lavement.

Goutte à goutte rectal de sérum bicarbonaté à 40 pour 1.000.

Diète hydrique : absorption fréquente d'eau bicarbonatée.

Ce qu'il ne faut pas faire :

— Enduire les téguments et les bords libres des paupières de corps gras à demeure qui fixent l'Ypérite et aggravent les dégâts.

— Utiliser des pommades à formule compliquée sans aucune action curative et qui traumatisent chimiquement l'épiderme.

— Faire des pansements serrés qui favorisent l'apparition ultérieure des phlyctènes.

— Faire des pansements humides des paupières.

— Appliquer des bouillies de chlorure de chaux, elles-mêmes agressives pour la peau.

— Mettre du chlorure de chaux en poudre sur la conjonctive.

— Employer l'acide picrique.

— Faire de grands enveloppements sinapisés.

B) Arsines :

Comme pour l'Ypérite, la thérapeutique des lésions causées par les arsines comporte deux sortes de mesures.

Mesures prophylactiques de désimprégnation toxique :

Tant que cette désinfection n'est pas effectuée, il faut considérer tout homme souillé comme un *contagieux* dangereux pour son entourage.

Pour être efficaces, les mesures de neutralisation des tissus vivants doivent être exécutées *moins de 10 minutes* après le contact agressif.

Si l'intoxiqué a inhalé de fortes doses, il faut, avant tout, l'immobiliser.

Ses vêtements et ses chaussures seront retirés et mis dans des récipients étanches.

Désinfection de la peau : absorber les traces de liquide visible avec du papier buvard ou du coton hydrophile. S'efforcer d'oxyder l'arsenic ; de transformer ainsi le composé arsénical trivalent en composé pentavalent moins agressif.

La peau est lavée soit avec une solution de permanganate à 2 %, soit avec de l'eau de Javel, soit avec de l'eau oxygénée, ou encore avec une solution iodo-iodurée.

Dans les régions où la peau est fine, lavage à l'eau chaude et au savon ; rinçage à l'eau bicarbonatée.

Yeux : Lavages abondants, sans pression, au flacon pisseite inversé ou au bock avec une solution de permanganate de potasse à 0,5 pour 1.000 ou avec une solution de bicarbonate de soude à 22,5 pour 1.000. La solution iodo-iodurée, bien que très douloureuse pour l'œil, est cependant très remarquablement efficace.

Bouche : *Pharynx*. *Nez* : lavages et gargarismes à l'eau bicarbonatée ou au permanganate de potasse à 0,5 pour 1.000.

Tube digestif : Donner 5 cuillerées à soupe du mélange ci-après :

magnésie	1 cuillerée à soupe
lait.....	4 — —
eau bouillie.....	Q.S. pour 1/2 litre

Mesures curatives :

Accidents oculaires : mettre le malade dans la pénombre.

Eviter la soudure de ses paupières.

Instillations de cocaïne adrénalinée pour calmer les douleurs.

Application de la pâte à l'eau sur les paupières.

Accidents cutanés : éviter les pressions, pansements lâches très rembourrés avec pommade à la percaïne.

Si la phlycténulation se produit, laisser les phlyctènes intactes.

Si la phlyctène s'arrache, si les tissus profonds s'infectent, lavage ou bock avec de l'eau oxygénée

dédoublée, après anesthésie par un lavage avec une solution de percaïne à 20 %.

Pas de pommades composées, ni de poudres sur les phlyctènes ouvertes.

Accidents pulmonaires : isolement.

Désinfection des voies respiratoires.

Tonicardiaques.

Abcès de fixation.

Oxygénothérapie.

Accidents d'intoxication générale :

Continuer l'administration de magnésie.

Ne pas lutter contre la diarrhée.

Ce qu'il ne faut pas faire (C. Ypérite).

LES INTOXIQUÉS

Acide cyanhydrique

Si le gazé n'a pas perdu connaissance, l'immobiliser d'une manière absolue.

Le réchauffer dès que possible par tous les moyens possibles.

S'il est syncopal : *respiration artificielle* (appareil de Panis).

Oxygénothérapie ou mieux carboxygénothérapie (appareil de Nicloux et Legendre).

L'injection intra-veineuse d'hyposulfite de soude à 40 % ou de bleu de méthylène à la dose de 0,15 par kilogramme donne des résultats inconstants.

Oxyde de carbone

Amener d'urgence la victime à l'air. Attention à la syncope au moment de la première bouffée d'air frais.

Immobiliser le malade.

Huile camphrée, Coramine.

Si l'intoxiqué est syncopal, pratiquer la *respiration* artificielle et la *carboxygénotherapie* 4 à 5 % de CO²) en plus de l'huile camphrée intra-veineuse.

Même chez un intoxiqué en état de mort apparente, il faut pratiquer la respiration artificielle et l'inhalation du mélange O² + CO² tant que les signes cadavériques certains n'ont pas été constatés.

Plomb tétraéthyle

Laver les téguments au pétrole ou au tétrachlorure de carbone, puis savonner abondamment.

Gargarismes à la solution de bicarbonate de soude.

Douche abondante.

Donner, par 24 heures, 30 à 40 grammes du mélange suivant :

bicarbonate de soude	} aa
citrate de soude	
magnésie calcinée	
carbonate de soude	
sulfate de magnésie	

Injection intra-veineuse de chlorure de calcium à 10 %.

Hydrogène arsenié

Dans un premier temps :

Oxygénothérapie et transfusions sanguines.

Injectons de chlorure de sodium isotonique sous la peau ou de sérum glucosé.

Hyposulfite de soude absorbé par voie digestive (0 gr. 40, deux fois par jour) ou par voie intra-veineuse (100 cc. d'une solution à 10 %).

Glace sur l'abdomen pour calmer les douleurs épi-gastriques violentes.

Réserver la morphine aux cas très graves et en dernière heure.

Tonicardiaques.

Dans un second temps :

Administration d'extraits hépatiques et médullaires.

LES IRRITÉS

Lacrymogènes : Lavage tiède des yeux à la solution de bicarbonate à 22,5 pour 1.000 ou à la solution isotonique à 14 pour 1.000.

Instillation d'une goutte de collyre cocaïne + adrénaline.

Ce qu'il ne faut pas faire :

Enduire de pommade le bord libre des paupières.

Sternutatoires : mélanger pour inhalations

Alcool	80 gr.
Ether	} a a 20 gr.
Chloroforme	
Ammoniaque	
	V gouttes

La première inhalation donne l'impression d'une exacerbation des symptômes; les bouffées suivantes font disparaître toute sensation pénible.

IDENTIFICATION DU TOXIQUE AGRESSEUR

Détection physiologique

Nous nous limiterons dans ce chapitre à la détection dite *de suspicion ou d'alarme* qui met en jeu le bon fonctionnement des organes des sens (ouïe, vue, odorat), laissant de côté la détection dite de confirmation ou de contrôle qui nécessite une technique spéciale et approfondie.

— Le chlore, de couleur verdâtre, rappelle par l'odeur l'eau de javel et le chlorure de chaux.

— Le brome, liquide brun rouge, a une odeur irritante.

— Le phosgène, incolore, fumant à l'air, évoque le terreau et le foin pourri.

— La palite et la surpalite, liquide incolore, ont une odeur pénétrante, éthérée, rappelant le chocolat.

— La chloropicrine sent le pain d'épices et la carbylamine le poisson pourri.

— L'ypérite, gaz moutarde, liquide incolore à l'état pur, ambré dans l'industrie, a une odeur de raifort, d'ail ou d'oignon.

— La lewisite, appelée rosée de la mort, est un liquide huileux, brun, à odeur de géranium et irritant.

— Les lacrymogènes ont une odeur piquante et provoquent l'écoulement des larmes.

— Le bromure de benzyle a un arrière-goût très persistant d'amandes amères.

— Le cyanure de benzyle et la chloracétophénone sont des solides lacrymogènes à odeur agréable particulière.

— Les arsines sont des aérosols irritants et tussigènes.

— L'éthyldichlorarsine est un liquide à odeur fruitée.

— Le cyanure de diphenylarsine est un solide à odeur alliacée.

— L'adamsite a une odeur aromatique faible; c'est un gaz très tussigène.

— La lewisite, par contre, est vésicante et suffocante.

— L'acide cyanhydrique exhale une odeur d'amandes amères; il est incolore.

— L'oxyde de carbone est inodore, incolore, mais très toxique.

— Les fumigènes répandent une fumée épaisse (chlorure tannique, chlorure de titane).

Sous l'influence des oxydants tels que le chlore, le phosgène, la palite, les feuilles des arbres et les

herbes jaunissent, le *paysage* prend un aspect *automnal*.

Le phosgène, la palite et la chloropierine communiquent à la *fumée de tabac* un goût *désagréable*.

L'éclatement d'une bombe à gaz est très différent de celui d'une bombe simplement explosive.

Les chandelles à adamsit produisent un *bruit caractéristique*.

Détection biologique

Dans certains cas où la méthode olfactive, toute relative, est en défaut avec les gaz inodores comme l'oxyde de carbone, la détection biologique rapide sera d'un grand secours. Elle est pratiquée, notamment dans les mines pour l'exploration des galeries nouvelles, à l'aide de petits animaux (souris, *canaris*) qui font passer dans leurs poumons, à poids égal, environ 800 fois plus d'air qu'un homme. Cette méthode permet d'observer des symptômes d'intoxication, bien avant que le seuil dangereux pour un adulte soit atteint.

Diagnostic clinique

Interrogatoire : chercher à faire préciser

— la nature et l'intensité des premières sensations perçues : picotements, douleurs dans les sinus, gêne respiratoire;

— les phénomènes consécutifs d'ordre réactionnel : rhinorrhée, toux, larmoiement, photophobie, nausées, vertiges.

Examen et diagnostic de présomption.

On se trouve en présence de syndromes nettement caractérisés purs ou associés.

Syndrôme d'irritation oculaire

Eléments constitutifs : picotements, cuisson, clignement ou spasme des paupières, larmoiement ou flot de larmes, photophobie, rougeur ou gonflement des conjonctives, sécrétion muco-purulente consécutive.

— Irritation immédiate avec douleur accrue par les larmes, plus perception d'odeur parfois de saveur aromatique non désagréable : bromure de benzyle et composés analogues.

— Irritation immédiate plus rubéfaction cuisante (après latence) de la paupière découverte — salivation et irritation du nez et de la gorge — parfum de savonnette à bon marché : chloracétophénone.

— Irritation immédiate avec douleur un peu calmée par les larmes plus brûlure au niveau de la gorge, toux, suffocation, nausées et vomissements précoces : chloropicrine.

— Irritation douloureuse plus coryza aigu, toux incessante, sensation d'étouffement : cétones bromées.

— Irritation tardive, à début insidieux avec signes objectifs intenses (photophobie, rougeur, chémosis, ulcération ou dépoli de la cornée, sécrétion muco-purulente) plus laryngite (raucité de la voix) et phénomènes de vésication (érythème, phlyctènes) : vésicants insidieux type ypérite.

— Irritation précédée et dominée par des signes d'irritation pulmonaire avec vésication de la peau non protégée : vésicants non insidieux type lewisite.

Syndrome d'irritation des voies aériennes supérieures

Eléments constitutifs : chatouillements, picotements dans les fosses nasales, cuisson dans la gorge et sensation de sécheresse brûlante le long de la trachée et des bronches; angoisse respiratoire; éternuements et toux spasmodique; rhinorrhée; salivation; céphalée; effet lacrymogène; nausées.

Ce syndrome d'irritation très précoce peut être pur ou combiné.

— Irritation aiguë: cyanure de diphénylarsine.

— Irritation aiguë, rapide, avec éternuements, effets lacrymogènes, salivation, nausées, asthénie, engourdissement, secondairement érythème des parties découvertes, laryngite : arsines chlorées (type éthyl, phényl, chlorovinyl-dichlorarsine), arsines bromées (type éthyl et phényldibromarsine).

— Irritation très faible sans éternuements, après latence plus ou moins longue, conjonctivite intense, laryngite ou laryngo-trachéo-bronchite, érythème et

phlyctènes cutanées avec liquide clair : vésicants insidieux type ypérite.

Syndrome de suffocation

Eléments constitutifs : sensation douloureuse d'étouffement, d'angoisse, de constriction au niveau de la gorge et de la poitrine avec toux, asthénie et généralement rémission secondaire.

— Suffocation brutale, âcre, sans irritation des yeux, ni de la peau : chlore.

— Suffocation pure avec perversion du goût (tabac mal odorant, infumable) : phosgène.

— Suffocation plus effet lacrymogène sans lésions de la peau : palites.

— Suffocation brûlante plus effet lacrymogène et vomissements sans atteinte cutanée : chloropicrine et cétones bromées.

— Suffocation par inhalations de fumées rutilantes. brunes, noirâtres, avec irritation légère des voies aériennes supérieures et des yeux : vapeurs nitreuses.

Tout syndrome de suffocation pur ou combiné est l'indice d'une intoxication grave dont l'évolution exige la plus étroite surveillance.

Syndrome d'irritation cutanée

Eléments constitutifs : érythème cuisant ou prurigineux, apparaissant après une période latente de durée variable. Phlyctènes secondaires, signes manifestes de vésication.

— Irritation tardive, localisée au cou, aux organes génitaux, aux régions inguinales et axillaires. Rubéfaction d'abord puis coloration cuivrée, bronzée, suivie de desquamation et de pigmentation. Phlyctènes polymorphes; vésicules, bulles larges; cloques confluentes avec liquide clair, blépharo-conjonctivite, laryngite : ypérite.

— Erythèmes plus circonscrits, saillants, plus précoces avec phlyctènes plus ou moins troubles, précédés par un syndrome mixte de suffocation et d'irritation aiguë des voies aériennes supérieures. Nausées, vomissements, gastralgie, asthénie, conjonctivite, laryngite : lewisite.

Syndrome d'intoxication générale

Eléments constitutifs : céphalée en étau, vertiges, bourdonnements d'oreilles, nausées, vomissements, titubation, chute, dyspnée, perte de connaissance, coma.

-- Syndrome brutal avec chute presque immédiate, dyspnée paroxystique, convulsions et odeur d'amandes amères perçue après l'explosion : acide cyanhydrique, composés et homologues.

— Syndrome d'allure moins dramatique, à évolution plus lente avec céphalée bitemporale, vertiges, excitation dite « ébrieuse », nausées, asthénie, dérobement des jambes, torpeur, tendance syncopale dans un espace confiné : oxyde de carbone.

— Syndrome rapidement constitué après inhalation de fumées colorées : suffocation, cyanose, vertiges, nausées, syncope : vapeurs nitreuses avec ou sans CO.

Le clinicien doit s'attacher à déceler et surtout à prévenir les accidents pulmonaires qui pratiquement dominent, par leur gravité, toutes les autres blessures de l'arme chimique.

CONSTATATIONS NÉCROPSIQUES

Il est parfois indispensable d'ajouter aux indications précédentes le résultat des autopsies pratiquées sur place.

Anatomie pathologique des suffocants

1° Aspect général : cadavre bouffi, champignon d'écume blanche saumonée ou sanguinolente aux narines et aux lèvres. A l'incision vaisseaux dilatés, sang noir.

2° Appareil respiratoire :

— poumons distendus formant hernie avec empreintes costales;

— trachée, piqueté congestif, quelquefois fausses membranes.

— Plèvres adhérentes avec épanchement séro-fibrineux plus ou moins abondant et ecchymoses sous-pleurales.

— Etat du parenchyme pulmonaire :

- a) Mort rapide : œdème total, zones de congestion, zones d'atélectasie, zones emphysémateuses;
- b) Mort après courte survie: œdème moins marqué, congestion des bases, emphysème des sommets;
- c) Mort après quelques jours: foyers de broncho-pneumonie (arsines).

— Examens microscopiques.

3° Appareil circulatoire : cœur étalé, dilatation des cavités droites, veines pulmonaires thrombosées.

4° Appareil digestif et annexes.

— Estomac et duodénum très congestionnés, ecchymoses, ulcérations superficielles.

— Foie augmenté de volume, couleur lie de vin et parfois muscade.

5° Appareil urinaire.

— Reins congestionnés et gros, foyers hémorragiques microscopiques.

6° Système nerveux.

— Pie mère œdématiée, vaisseaux congestionnés, hémorragies ponctiformes de la substance blanche.

Le diagnostic rétrospectif de l'intoxication repose sur les lésions pulmonaires qui gravitent :

- a) autour de l'œdème (phosgène et palite);
- b) autour de la congestion (arsines) avec œdème moindre.

Anatomo-pathologie des vésicants

Le cadavre présente généralement des lésions dispersées intéressant surtout les appareils respiratoire et digestif.

1° Lésions oculaires.

— Paupières : érythème, gonflement, ulcérations fréquentes.

— Conjonctives : inflammation, sécrétion fibrineuse, suppuration cornée, desquamation épithéliale, ulcère.

2° Lésions cutanées.

Erythème avec ou sans œdème.

Phlyctènes remplies de liquide clair (ypérite) ou louche (arsines).

3° Appareil respiratoire.

— Trachée rouge avec taches ecchymotiques sous-laryngées.

Tout l'arbre bronchique est rouge, ulcéré, tapissé de fausses membranes grisâtres avec des zones de destruction complète.

Poumon : à la coupe foyers de broncho-pneumonie, bases congestionnées; peu d'emphysème; œdème rare.

4° Appareil digestif.

— Bouche, pharynx : inflammation, parfois ulcérations.

— Œsophage indemne.

— Estomac : muqueuse dépolie et rouge sombre, ecchymoses ou ulcérations au voisinage du pylore.

— Intestin souvent atteint, segments œdématisés, infiltrés, congestionnés, parfois fausses membranes.

5° Appareil urinaire.

Congestion, desquamation et nécrose des tubes contournés (en cas d'intoxication générale).

Le diagnostic « post-mortem » repose sur la variété des lésions à caractère nécrosant : brûlures intenses avec fausses membranes intéressant principalement les voies aériennes (trachée, bifurcation des grosses bronches).

Anatomo-pathologie des toxiques généraux

1° Aspect général :

Cadavre généralement rosé en cas de mort rapide et d'autopsie précoce. Sang rutilant, légèrement coagulé.

2° Appareil pulmonaire :

Poumons rosés et rétractés. A la surface réseau vasculaire carminé donnant l'impression d'être injecté.

Bronches de calibre diminué, résultat du spasme bronchique.

3° Autres organes de couleur rose ou vermeille :

Ces lésions sont valables pour l'acide cyanhydrique et ses homologues. Avec le chlorure de cyanogène, en cas de mort moins rapide, on peut trouver une réac-

tion congestive ou œdémateuse du poumon avec ou sans hyperémie des autres organes (foie et reins surtout).

Anatomo-pathologie des gaz de la poudre

1° Aspect général : cadavre rosé, ayant conservé une couleur de vin; sang fluide, non coagulé, rutilant comme du sang artériel.

2° Appareil respiratoire :

Poumons rose vif avec œdème carminé.

Petits infarctus disséminés donnant au parenchyme un aspect tigré.

Congestion légère des bases.

3° Système nerveux :

Encéphale de teinte rose, parsemé de petites hémorragies ponctiformes.

Os du crâne de couleur rose.

4° Tissu musculaire de coloration rose vif :

En cas d'intoxication mixte (CO plus vapeurs nitreuses et CO^2) avec mort retardée; les gaz de la poudre modifient plus ou moins cet aspect caractéristique de l'empoisonnement par CO . L'œdème pulmonaire avec ses zones congestives et emphysémateuses rappelle l'action des suffocants.

On observe également les autres lésions d'ordre asphyxique (hyperémie du foie, des reins) et presque toujours des taches hémorragiques truffant la substance cérébrale (purpura cerebri). De plus, le sang perd sa fluidité et s'assombrit.

DESINFECTION

La connaissance des propriétés physiques et chimiques des gaz de combat permet la mise en œuvre des techniques spéciales de désinfection.

Propriétés physiques :

— La volatilité. Elle permet ou non de chasser le toxique par simple ventilation.

— La solubilité. Elle régit l'emploi des solutions neutralisantes et limite parfois au simple lavage les mesures d'assainissement.

— L'absorption par les corps poreux.

Propriétés chimiques :

Le caractère acide, oxydant ou réducteur permet de choisir les substances antagonistes et d'établir la formule des réactifs neutralisants.

Dans la majorité des cas, les opérations d'assainissement comprendront l'aération naturelle ou artificielle, accompagnée d'une neutralisation chimique du toxique.

TOXIQUES FUGACES

Ils s'éliminent facilement par le simple procédé de la *ventilation*.

A l'air libre la dilution du toxique étant spontanée l'assainissement s'effectue lentement quand l'atmosphère est calme, plus rapidement si le vent souffle. On peut l'accélérer en utilisant des courants de convection produits par des foyers judicieusement disposés.

Dans un local clos il convient d'ouvrir largement portes et fenêtres en tenant compte des règles générales qui conditionnent la ventilation naturelle.

Deux orifices au moins sont nécessaires, l'un pour la sortie de l'air vicié, l'autre pour l'entrée de l'air frais. Ils se trouveront soit sur deux faces opposées du même local, soit sur la même face mais dans des locaux différents.

La ventilation ne peut avoir lieu que si l'atmosphère se met en mouvement : vent, différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.

Il faut compter avec la densité du nuage ou de la vapeur toxique pour organiser l'aération.

Enfin il convient de ne pas oublier que la distinction généralement admise entre toxiques fugaces et toxiques persistants est loin d'offrir un caractère absolu. Il ne faut pas négliger l'existence des facteurs de persistance. Les conditions météorologiques et topographiques, en effet, influent toujours sur la

stabilité des nuages et des fumées. Ainsi le phosgène forme des nuages denses collant au sol qui, par temps calme, un peu frais et couvert, persistent quinze à vingt minutes au creux des vallons ou dans les tranchées et jusqu'à trois heures sous les futaies. De même le cyanure de diphénylamine, pulvérisé à l'état de fumée, se dissipe rapidement sur les terrains découverts, mais conserve ses propriétés agressives pendant deux ou trois heures en forêt quand les conditions atmosphériques sont favorables. Des corps fugaces très actifs comme les arsines solides et l'acide cyanhydrique peuvent acquérir une persistance redoutable dans les ouvrages d'art ou à bord des navires.

TOXIQUES PERSISTANTS

L'assainissement est interminable et incertain. Il est nécessaire de recourir à la neutralisation chimique.

LA NEUTRALISATION CHIMIQUE

Réactifs neutralisants :

Aux toxiques acides, oxydants, réducteurs, on opposera les neutralisants chimiques correspondants (alcalins, réducteurs, oxydants) :

acides	—————>	alcalins
oxydants	—————>	réducteurs
réducteurs	—————>	oxydants

Alcalins : ils renferment deux groupes de substances différentes au point de vue chimique :

- des bases (soude, ammoniaque);
- des sels d'acides faibles (carbonates, sulfures, savons).

Les plus employés sont :

- *la lessive de soude* (solution aqueuse à 30 % environ de soude caustique);
- le carbonate de soude ou *sel Solvay* (encore appelé cristaux ou carbonate par les ménagères);
- les savons, surtout les *savons mous*.

Réducteurs :

- le *foie de soufre*, mélange de polysulfures de sodium. Il se prépare suivant l'un des procédés suivants :

Mélanger intimement au mortier :

Carbonate de soude	) a a 1.000 gr.
Soufre sublimé	

Chauffer doucement dans un matras jusqu'à fusion tranquille.

Prendre :

Soufre sublimé.....	10 kgs
Chaux vive	7 »
Carbonate de sodium sec..	11 »
Eau	q. s.

Faire dissoudre à chaud dans une bassine de fonte le carbonate de sodium dans 60 litres d'eau. Délayer le soufre dans cette solution, puis ajouter peu à peu

la chaux éteinte délayée dans une faible quantité d'eau. Laisser déposer, passer et compléter à 100 litres d'eau.

Ce polysulfure liquide peut se conserver assez longtemps, à l'inverse du foie de soufre commercial, en flacons bien bouchés et paraffinés.

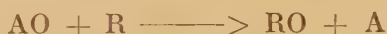
Le foie de soufre a une *action antitoxique polyvalente*. Il est à la fois réducteur et alcalin. De plus, c'est un sulfurant, propriété qui lui permet de neutraliser partiellement l'ypérite.

— L'hyposulfite de soude ($S^2O^3Na^2$).

Les oxydants, et en particulier le chlore, le transforment soit en sulfate, soit en tétrathionate.

Oxydants :

Tout se passe comme si le composé AO (molécule oxydante) renfermait l'excès d'oxygène faisant défaut au corps réducteur R :



Les principaux oxydants sont :

— l'oxygène;

— l'ozone (toxique à dose élevée);

— l'eau oxygénée;

— les *peroxydes métalliques* (oxylithe);

— les *sels peroxygénés* (persulfates, perchlorates, permanganates) et, jusqu'à un certain point, les *hypochlorites*.

Parmi ceux-ci deux surtout :

— l'hypochlorite de chaux ou chlorure de chaux (CaO Cl^2);

— l'hypochlorite de soude en eau de javel Cl O Na).

Conditions d'emploi des neutralisants chimiques :

La surface de contact entre l'absorbant chimique et le gaz doit être aussi grande que possible.

Le *pulvérisateur* employé en France est ordinairement le Vermorel. On pourra se servir d'autres pulvérisateurs à grand ou petit débit tels que l'appareil « Fly-tox », la pompe à bicyclette ou la pompe à gonflage de pneu.

Le pouvoir neutralisant sera maximum pour une surface déterminée. Il faut que le liquide dissolve le toxique et que la solution soit aussi concentrée que possible.

En pratique les principales solutions neutralisantes employées sont les suivantes :

— La *solution hypo-Solvay* (réductrice et alcaline) :

Hyposulfite de soude..... 220 gr.

Carbonate de soude cristallisé. 175 gr. dose pour un Vermorel de 5 litres. Faire dissoudre dans un litre d'eau. Achever de remplir d'eau ordinaire. Tamiser la solution.

Toxiques neutralisés : chlore, acide cyanhydrique.

— La *solution de carbonate Solvay* à 12 % (alcaline).

Toxiques neutralisés : chlore et phosgène mélangés.

— La solution d'*hypobromite de soude* (oxydante et alcaline) :

Brome	40 cc.
Lessive de soude...	400 »
Carbonate de soude.	750 gr.
Eau	QSP 12 litres

Toxiques neutralisés : phosgène, chloroformiate de méthyle, chlore, acroléine, bromacétone, ypérite, arsines.

— La *solution au foie de soufre* (réductrice) alcaline, sulfurante :

Foie de soufre.....	240 gr.
Lessive de soude.....	140 »
Eau	QSP 1 litre

Diluer au moment de l'emploi dans 10 litres d'eau froide.

Toxiques neutralisés : chlore; phosgène; chloropirine, acroleine; chloroformiate de méthyle chloré et surchloré; bromacétone; chlorure de cyanogène; chlorure, bromure et iodure de benzyle.

— La *bouillie de chlorure de chaux* (oxydante et alcaline) employée en badigeonnages et aussi épaisse que possible.

Toxiques neutralisés : réducteurs, ypérite et surtout arsines.

— La *solution acétonique de permanganate de potasse* :

Permanganate de potasse . . .	10 gr.
Acétone	90 cc.
Acide acétique	10 »

La préparer au moment de l'emploi. .

Toxique neutralisé: ypérite.

— *La solution alcalino-sulfureuse :*

Potasse caustique en cristaux	50 gr.
Polysulfure de potassium	150 »

Dissoudre à chaud dans un litre d'eau. Dose pour un Vermorel. .

— *Eau de javel ou perfix en solution :*

Perfix	100 à 200 gr.
Eau	QSP 1 litre

Dans tous les cas nettoyer le Vermorel après chaque opération.

APPLICATION A QUELQUES CAS PARTICULIERS DE LA DESINFECTION

Chlore seul :

Solution hypo-Solvay avec le Vermorel.

Phosgène seul :

Solutions alcalines: soude ou ammoniaque.

Chlore et phosgène :

Solution Solvay à 12 %.

Ypérite :

La désinfection des terrains, des locaux et du matériel ypérite est le problème le plus important de l'assainissement.

L'ypérite est peu soluble dans l'eau. Elle est neutralisée par les oxydants et détruite par le chlore et les hypochlorites.

Terrains et locaux :

Recouvrir les flasques ou les parties du sol imprégnées d'ypérite, de terre, de sable ou de sciure de bois. Enlever les absorbants et projeter du chlorure de chaux. Terminer l'opération par un arrosage.

Dans les villes laver à l'eau les *rues*, les *trottoirs*, les *façades*. Répandre sur le sol du chlorure de chaux en poudre à raison d'1 kg. par 10 m². Badigeonner les murs au moyen d'une bouillie de chlorure de chaux. Ces opérations seront poursuivies dans le sens du vent. 20 kgs de chlorure de chaux sont nécessaires pour détruire 1 kg. d'ypérite (Bruère).

Quand un terrain n'a pas été désinfecté, il doit être considéré comme dangereux pendant 8 jours si le temps est sec (et encore éviter les herbes, les souilles, les taillis) et pendant 3 jours s'il y a de fortes pluies.

Les ruines de maisons sont impossibles à désinfecter et restent dangereuses pendant au moins 3 semaines (Clerc).

Vêtements et linges :

La destruction du toxique est très difficile. On lessive le linge avec du carbonate de soude et du savon noir. On le soumet ensuite à l'ébullition dans l'eau pure, enfin au rinçage.

Lorsque la température de l'eau dépasse 70 degrés, il faut s'éloigner pour ne pas risquer de respirer l'ypérite entraîné par la vapeur d'eau.

Vêtements de drap, couvertures contaminés sont soumis, étalés, à la vapeur d'eau sous pression à 120 degrés dans une étuve type Geneste et Herscher.

Cuirs :

Ils ne peuvent être désinfectés dans la pratique. Epuisement par la benzine, le tétrachlorure de carbone, le pétrole, l'alcool à brûler qui dissolvent le produit toxique mais ne le neutralisent pas. Le dissolvant doit être détruit.

Pour le *caoutchouc* comme les pneumatiques d'automobiles ne pas attendre plus d'une demi-heure pour frotter avec une bouillie de chlorure de chaux.

Vêtements protecteurs :

Masques, équipement particulier ou personnel de désinfection sont brossés avec le chlorure de chaux.

Objets métalliques :

Ils seront soumis au lavage avec la solution acétonique de permanganate de potasse.

Aliments :

L'eau ypéritée doit être bouillie au moins pendant une heure. L'ébullition n'épure pas une eau souillée d'arsines. Dans une rivière à fort courant, l'eau s'épure peu à peu.

Les légumes, les fruits peuvent être considérés comme pratiquement inaptes à être contaminés. Par prudence il vaut mieux les agiter dans une solution d'eau de javel au dixième.

Farine, sucre, café doivent être protégés dans des boîtes hermétiques. Pour le pain on pourrait le repasser au four de cuisine. Faire griller les viandes.

D'une façon générale, tous vivres aspergés d'ypérite ou empoisonnés avec des arsines doivent être détruits.

Lewisites :

Mêmes méthodes que pour l'ypérite (solutions alcalines de soude et potasse). Le chlorure de chaux reste leur neutralisant spécifique.

PROTECTION CONTRE LES GAZ DE COMBAT

Avant d'envisager les moyens de protection individuelle et collective, il est bon de signaler les *principaux modes d'attaque par les gaz*.

On distingue des procédés de dispersion directe et indirecte.

Procédés de dispersion directe

— *Vague toxique* : les substances toxiques sont enfermées dans des récipients métalliques et l'on réalise leur détente dans l'atmosphère (chlore).

— *Chandelles anglaises* : système pour substances solides; sortes de feux de bengale qui produisent une fumée composée de particules toxiques (arsines irritantes).

— *Pulvérisations* sur le sol de substances toxiques liquides par les avions ou dispersion à *haute altitude* d'argiles imprégnées de substances vésicantes.

Procédés de dispersion indirecte

— *Obus* ;

— *Grenades* ;

— *Bombes d'avions*;

— *Système projector* utilisé d'une tranchée à l'autre et déclenchée par déflagration électrique.

Pour que chacun de ces procédés ait l'efficacité attendue, il faut que se rencontrent des conditions topographiques et météorologiques favorables à la dispersion des gaz.

Pour la vague, par exemple, ce sera l'absence de soleil, un degré hygrométrique élevé, une vitesse du vent supérieure à 1 mètre et inférieure à 4 mètres.

On prévoit que plusieurs toxiques (irritants et suffocants) pourront être utilisés en même temps. Cette intervention tactique de l'art militaire pourra rendre insupportable le port du masque à qui n'aura pas pris la précaution de s'en protéger dès les débuts d'un bombardement.

PROTECTION INDIVIDUELLE

Lorsqu'on est surpris sans masque par un nuage toxique il faut :

— Eviter toute panique, toute agitation inutile, qui augmentent l'absorption du poison;

— Retenir sa respiration;

— Gagner les hauteurs; fuir les bois, les vallées; chercher à sortir rapidement du nuage sans courir. Ne pas marcher dans le même sens que lui, se diriger contre le vent;

— Si l'on doit traverser une zone suspecte, tenir un linge humide devant la bouche et le nez (au besoin l'humecter d'urine). Des tissus de laine épais, appli-

qués sous plusieurs épaisseurs, peuvent jouer le même rôle.

— Lorsqu'on est sorti de la zone infectée, si l'on a respiré du toxique :

Se rappeler que tout mouvement peut aggraver le danger; ne pas courir, ne pas monter d'escalier.

S'allonger, de préférence à l'abri, en attendant les équipes de secours. Ensuite se laisser transporter dans le calme.

Si l'on a reçu des projections de liquide suspect, se rappeler que le traitement prophylactique doit être effectué dans les 10 minutes qui suivent la souillure.

PROTECTION COLLECTIVE

Les postes de secours, comme les postes de commandement et les centraux téléphoniques, ne sont que des abris spécialisés. L'étude et l'établissement d'un système d'abris soulèvent des problèmes qui intéressent :

— leur situation topographique et leur mode de construction;

— leur étanchéité;

— le renouvellement ou la régénération de l'atmosphère intérieure;

— leur organisation intérieure.

Situation et construction des abris

Le caractère physique des toxiques de guerre plus lourds que l'air exigerait que les abris fussent placés

le plus haut possible. Au contraire, la nécessité de résister aux projectiles explosifs conduit à les installer dans les sous-sols mieux protégés. En effet, les sous-sols, parfaitement étanches aux gaz, donnent le maximum de sécurité si la protection contre les obus et les bombes est renforcée par des filets, des bétonnages et surtout par un cloisonnement convenable.

Les abris demandent plusieurs voies d'accès avec sas d'entrée, éclairage électrique, cabinets d'aisance et tout l'équipement de secours indispensable.

Étanchéité

Elle doit être totale si l'abri ne possède pas de système régénérant ou si l'on emploie la régénération chimique. La maçonnerie et le béton sont étanches, mais non la terre. Pendant la guerre on en était venu à tapisser les parois des abris construits en première ligne avec des toiles sur lesquelles on pulvérisait une solution neutralisante. Deux toiles tendues par des cadres limitaient un sas d'entrée. Dans une guerre ce procédé serait insuffisant contre les arsines. Un abri moderne doit posséder, en dehors des sas, un minimum d'ouvertures et des portes rendues étanches par des joints de caoutchouc plein ou pneumatiques.

Renouvellement de l'atmosphère

La ventilation filtrée reste le procédé de choix. Le système d'épuration comprendra une pompe aspirante de débit suffisant et une caisse filtrante. La

bouche de captation doit être très haut située à l'extérieur de l'immeuble. L'air qu'elle aspire doit passer sous pression à travers le système filtrant, réalisant une batterie cellulaire d'épuration qui comporte 50 éléments empilés dans une colonne commune :

25 filtres colloïdaux Jaubert qui retiennent des arsines et, d'une manière générale, les fumées et les brouillards toxiques.

25 filtres chargés en majeure partie de charbon actif spécial qui fixe chlore, phosgène, chloropicrine, palite, ypérite; quelques-uns renferment un granulé basique pour arrêter les acides.

En vase clos la régénération de l'air repose sur l'emploi d'un appareillage analogue à celui qu'utilisent les sous-marins pour lutter, dès l'immersion du navire, contre le confinement de l'atmosphère. L'air vicié par les déchets de la vie collective (gaz carbonique, acides aminés, vapeur d'eau...) circule mécaniquement en cycle fermé, traverse un régénérateur spécial chargé d'oxylithe qui le dépouille de ses impuretés et le recharge en oxygène.

Organisation intérieure

Un poste de secours improvisé ne saurait être que rudimentaire et imparfait. Installé dans un sous-sol solidement voûté, ses ouvertures seront obturées par des sacs de terre. Un sas d'entrée assez long pour

permettre l'introduction d'un brancard sera aménagé. Il sera doté d'un matériel de protection contre l'incendie, d'un appareil à oxylithe pour régénérer l'atmosphère.

Le *matériel* spécifique à prévoir est le suivant :

— Pour suffoqués : garrot, bistouri, aiguilles, pince à dissection, teinture d'iode ou alcool à 90°, bocal en verre gradué, seringues stériles, ampoules de caféïne, perles d'éther, huile camphrée.

— Pour vésiqués : papier buvard ou coton hydrophile, chlorure de chaux, appareils à douches ou arrosoirs avec pommes, eau chaude, savon; solution de permanganate à 0,5 et à 2 pour 1.000; solution de bicarbonate à 22,5 pour 1.000; comprimés iodoiodurés, hydrate de magnésie.

— Pour irrités : mélange anti-irritant.

— Pour blessés et brûlés : pansements, instruments de petite chirurgie, liniment oléocalcaire.

— Pour la désinfection du poste : appareils Vermorel, hyposulfite de soude, sel Solvay, foie de soufre, etc...

— Dotation des équipes de secours : masques et vêtements protecteurs, masques pour intoxiqués, brancards, brouettes porte-brancards, papier buvard ou coton hydrophile, solution anti-irritante :

Alcool	80 gr.
Ether	} a a 10gr.
Chloroforme	
Ammoniaque	V gouttes

perles d'éther, pommade désinfectante, chlorure de chaux, solution de permanganate, spatules.

L'aménagement d'un *poste de secours spécialisé* doit comporter :

— Salles de réception et de triage suffisamment vastes afin d'éviter l'encombrement lors de l'arrivée massive des victimes.

— Locaux de déshabillage pour les vésiqués. On aura soin de placer les papiers personnels et l'argent dans un sac imperméable ou une boîte métallique qu'une infirmière déshabilleuse attachera au poignet des intéressés.

— Salles de neutralisation, de rhabillage et de traitement des vésiqués brûlés. Des collections de vêtements seront prévues (pyjamas en particulier).

— Salles pour interventions chirurgicales ou pansements temporaires pour les blessés et blessés gazés en cas de panachage des attaques aériennes (obus à gaz et obus explosifs tout à la fois).

— Salles pour le traitement des suffoqués.

— Salles pour le traitement des intoxiqués.

— Locaux annexes (tisanerie, brancarderie, dépôt de cadavres, etc...).

CONCLUSIONS

Si depuis les débuts de l'humanité, de gros progrès ont été réalisés dans l'art de se détruire avec l'arme chimique, il ne semble pas qu'après la dernière guerre, de nouveaux apports notables aient allongé la liste des toxiques utilisés.

Si la vague de chlore lancée par les Allemands en 1915, grâce à l'effet de surprise et de désarroi, mit 15.000 hommes hors de combat et fit 5.000 morts, par la suite, les moyens de protection employés diminuèrent de beaucoup les effets des gaz.

A Verdun, le 22 juin, 1916, après que la nappe toxique des 100.000 obus de surpalite lancés par les Allemands, se fut dissipée, on compta 1.600 intoxiqués avec 90 décès.

L'organisation actuelle de la défense passive, à laquelle chacun pourra contribuer en mettant à profit les notions à la fois élémentaires et pratiques réunies dans cet opuscule, a encore réduit les dangers des gaz. Ce travail apporte une modeste contribution à l'œuvre déjà accomplie. Cette œuvre à laquelle

s'est dévoué le professeur Tanon, porte en elle les assurances que ce dernier a exprimées en ces termes :

« On doit savoir maintenant, ce que les services
« spéciaux affirmaient depuis longtemps, que l'on
« peut avantageusement lutter contre les gaz lors-
« qu'on est bien instruit de leurs effets. Le traitement
« bien organisé peut servir non seulement à soigner,
« mais aussi à assurer d'avance ceux qui seront
« exposés aux effets des gaz. Il vous appartient de
« savoir résister à la crainte, à la démoralisation, à
« la panique... Elles seront évitées si toutes les pré-
« cautions sont prises, et si l'on sait qu'en cas
« d'attaque, les secours sont tout prêts pour annihiler
« ou au moins pour amoindrir les conséquences du
« mal. »

VU : *Le Président de Thèse,*
TANON.

VU : *Le Doyen,*
— TIFFENEAU.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
G. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGLADE. — Le poste de secours sous abri (aperçus pratiques).
(*Monde Médical*, n° 936 du 1^{er} mai 1939.)
- BRUÈRE. — *La détention chimique*. — Publication de l'Institut d'hygiène de la Faculté de Médecine de Paris (Vigot frères, 23, rue de l'Ecole-de-Médecine).
- Remarques sur la neutralisation des gaz et des aérosols chimiques et microbiens (gaz de combat).
- Organisation biochimique de la protection contre le péril aérien. (*Bulletin doct.-ph.*, 1932 : La détention des produits agressifs de la guerre dite « des gaz » et le rôle du médecin. *Monde Médical*, n° 936.)
- BRUÈRE et VOULOIR. — *Face au péril chimique* (Editions Médicis, 7, rue A.-Penaud, Paris.)
- CLERC. — La désinfection après l'attaque aérienne (*Monde Médical*, n° 936).
- COT. — L'école du secouriste.
- COT et MOYNIER. — Classification et symptomatologie des gaz de combat (*Monde Médical*, n° 936).
- DAUTREBANDE. — Les gaz toxiques (1933).
- GENAUD. — Traitement des gazés (à l'exclusion des vésiqués), (*Monde Médical*, n° 936).
- HEDERER et ISTIN. — L'arme chimique et ses blessures.

KOHN-ABREST. — *L'oxyde de carbone et l'attaque aérienne dans « la protection contre les gaz de combat ».*

MOYNIER. — *Les gaz de combat. Etude clinique des lésions dues aux gaz toxiques. Thérapeutique des intoxications (Paris Médical, n° 13, du 30 mars 1935).*

NAVARRE. — *Lésions et troubles dus aux gaz de combat (Monde Médical, n° 936).*

PAITRE. — *Le traitement des blessés gazés dans « la protection contre les gaz de combat », (1939, Vigot, Editeur).*

PÉRONNET. — *La détection biologique dans « la protection contre les gaz de combat ».*

SOHIER. — *Traitement des vésiqués (Monde Médical, n° 936).*

TANON et COT. — *La protection contre les gaz de combat. Notice clinique et thérapeutique des lésions causées par les gaz de combat (1937, Imprimerie Nationale, à Paris).*

— Notice du 31 mars 1938 concernant l'organisation et le fonctionnement des services sanitaires en matière de défense passive (Imprimerie Nationale).

— Petit guide médical clinique et thérapeutique des intoxications par les gaz.

IMPRIMERIE SPÉCIALE DE LA LIBRAIRIE LEGRAND
